

Série A, N° 937

N° d'ordre : 1760

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de Paris

pour obtenir

le grade de Docteur ès-sciences naturelles

PAR

André PIÉDALLU

1^{re} Thèse. — LE SORGHO.

2^e Thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 18 JUIN 1923 devant la Commission d'examen.

MM. MOLLIARD, *Président.*

GENTIL, *Examineur.*

PORTIER —

PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS

GÉOGRAPHIQUES, MARITIMES ET COLONIALES

ANCIENNE MAISON **CHALLAMEL** FONDÉE EN 1839

17, rue Jacob (VI^e)

1923



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547506_0002

Série A, N° 937

N° d'ordre : 1760

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de Paris

pour obtenir

le grade de Docteur ès-sciences naturelles

PAR

André PIÉDALLU

1^{re} Thèse. — LE SORGHO.

2^e Thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 16 JUIN 1923 devant la Commission d'examen.

MM. MOLLIARD, *Président.*

GENTIL, *Examinateur.*

PORTIER —

PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS

GÉOGRAPHIQUES, MARITIMES ET COLONIALES

ANCIENNE MAISON CHALLAMEL FONDÉE EN 1839

17, rue Jacob (VI^e)

1923

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen MOLLIARD, *Professeur*. Physiologie végétale.

Doyen honoraire..... P. APPELL.

Professeurs honoraires. { P. PUISEUX.
VÉLAIN.
BOUSSINESQ.
BOUTY.

E. PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
Gaston BONNIER.....	Botanique.
Koenigs	Mécanique physique et expérimentale.
GOURSAT.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
HALLER.....	Chimie organique.
JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.).
JANET	Electrotechnique générale.
WALLERANT	Minéralogie.
ANDOYER	Astronomie.
PAINLEVÉ	Mécanique analyt. et mécan. céleste.
HAUG	Géologie.
H. LE CHATELIER.. .	Chimie générale.
Gabriel BERTRAND....	Chimie biologique.
M ^{me} P. CURIE	Physique générale et Radioactivité.
CAULLERY	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
C. CHABRIÉ.....	Chimie appliquée.
G. URBAIN	Chimie minérale.
Emile BOREL	Calcul des prob. et Phys. math.
MARCHIS	Aviation.
Jean PERRIN	Chimie physique.
G. PRUVOT	Anatomie et physiologie comparées.
ABRAHAM	Physique.
CARTAN	Mécanique rationnelle.
Cl. GUICHARD.....	Géométrie supérieure.
LAPICQUE	Physiologie générale.
GENTIL	Géographie physique.
VESSIOT	Théorie des groupes et calcul des var.
COTTON	Physique générale.
DRACH.....	Application de l'analyse à la géométrie.
C. FABRY.....	Physique.
Charles PÉREZ.....	Zoologie.
Léon BERTRAND.....	Géologie appliquée et géologie régionale.
MAURAIN	Physique du globe.
DANGEARD	Botanique (Enseignement P. C. N.).
LESPIEAU	Théories chimiques.
N.....	Botanique.
N.....	Physique théorique et physique céleste.
N.....	Mathématiques générales.

Professeurs

LEDUC.....	Physique.
HÉROUARD	Zoologie.
Rémy PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
SAGNAC	Physique théorique et Physique céleste.
RABAUD	Biologie expérimentale.
PORTIER	Physiologie.
BLAIS	Chimie organique.
PÉCHARD	Chimie (Enseignement P. C. N.).

Secrétaire Daniel TOMBECK.



LE SORGHO

PAR

André PIÉDALLU

AVANT-PROPOS

Au commencement de cette étude, il n'est peut-être pas inutile de dire comment j'ai été amené à m'occuper du Sorgho.

Cinq grains de « Sorgho sucré », qui m'avaient été offerts par mon regretté Maître et ami Louis MATRUCHOT, furent le début de ce travail.

J'avais semé ces grains, multiplié les jeunes plants en les couchant et, finalement, obtenu une bonne récolte.

L'analyse de la farine me fit retrouver le colorant si riche de nuances diverses. Mon regretté ami VALETTE avait l'intention d'en adopter une ou deux pour les Gobelins.

A part les intéressants petits mémoires de DUMAS (1906), TRABUT (1910), sur les Sorghos, J. et A. VUILLET (1914) sur leurs pucerons parasites et d'autres opuscules publiés vers 1855 et 1860, il n'était pas facile à un lecteur français d'embrasser rapidement la question. Il n'existait à ma connaissance, en aucune langue, un ouvrage d'ensemble sur ces importantes Graminées.

L'idée me vint de combler cette lacune. J'ai étudié spécialement la teinture par le colorant des glumes, la composition chimique des grains et de la farine, le sucre, les fourrages, la naissance et la disparition du glucoside cyanogénique, la cellulose et le papier ; et, enfin, trouvant que l'histoire d'une plante propre à l'alimentation humaine avait sa place ici, j'ai développé la partie historique et géographique de cet ensemble.

J'ai placé les faits, que j'ai pu ainsi acquérir, dans le cadre des travaux publiés en France, en Belgique, en Amérique, en Angleterre, en Italie, en Autriche et en Allemagne, dont les sources diverses sont citées au cours des chapitres.

Pour la partie historique j'ai consulté M. MORET du Musée Guimet, M. BÉNÉDITE, M. THUREAU-DANGIN, M. POTTIER du Musée du Louvre, M. le Ministre plénipotentiaire Gabriel FERRAND et surtout le Professeur Victor LORET de Lyon qui a bien voulu me prêter l'aide de sa grande compétence et de sa documentation. M. Carleton R. BALL, Cerealist in Charge au Département d'Agriculture de Washington a eu l'amabilité de m'adresser des brochures parues sur la question aux Etats-Unis et aussi des panicules et des grains qui sont figurés dans cet ouvrage. Je les remercie de l'aide précieuse qu'ils m'ont si gracieusement offerte.

Je remercie aussi M. Bouvat, l'aimable Bibliothécaire de la Société Asiatique, et l'Administration de l'Imprimerie Nationale qui a bien voulu prêter les caractères étrangers figurant dans cet ouvrage, ainsi que M. Claude Augé, qui a mis à ma disposition plusieurs clichés.

J'ai cherché à grouper des documents et des idées utiles aux Agriculteurs et aux Colons, qui leur ouvrent les yeux sur les travaux américains et les incitent à les imiter.

Ce travail, qui n'a pas la prétention d'être complet, m'a beaucoup intéressé. Je souhaite qu'il puisse aider ceux qui, jamais lassés, travaillent la terre et créent ainsi, vraiment, la richesse du pays.

Sèvres, 22 janvier 1922.

CHAPITRE PREMIER

APERÇU BOTANIQUE ET DESCRIPTION DU SORGHO

Le Sorgho, appelé aussi Gros mil, Grand millet, Millet d'Inde, Douro, Dari, Durrha, Kafir, Milo, Shallu, Ampemby, Kaolian, etc., est le type du genre *Sorghum* (Micheli), tribu des Andropogonées, famille des Graminées.

Le Sorgho est extrêmement variable de taille et de forme. Il peut atteindre de 0 m. 80 à 5 mètres de hauteur, suivant les climats et les variétés.

Le genre *Sorghum* est caractérisé par une inflorescence en panicule d'un vert jaunâtre ou violacée, à rameaux divisés, sans poils ou à poils blancs sous les épillets.

Les épillets, nus à la base, très apparents, sont comprimés par le dos, polygames à deux fleurs, dont une seule fertile, l'autre ou toutes les deux sont stériles.

Les glumes mutiques, érodées, rongées ou terminées en pointe plus ou moins obtuse, sont presque égales, coriaces, luisantes, égalant ou dépassant la fleur. Les glumelles membraneuses sont inégales, l'inférieure est sans arête, ou munie d'une arête au milieu de l'échancrure, dans la fleur hermaphrodite. Les deux glumellules sont tronquées et glabres ou garnies de poils sur leur bord supérieur. On compte de une à trois éta-



Fig. 1. — Sorgho sur pied
Sorghum vulgare Pers. En bas, sa fleur.



Fig. 2. — Panicule
de Sorgho penché.
(*Sorghum vulgare* Pers.
var. *cernuum*, Ard.)

mines et un ovaire sessile, glabre, surmonté de deux styles stigmatisés plumeux.

Pour simplifier la question, nous décrirons seulement en



Fig. 3. — Panicule de Sorgho sucré.

Sorghum vulgare Pers. L. var. *saccharatum*, variété Sorgho à miel « Honey Cane » et son grain.



Fig. 4. — Sorgho à grains et son grain.

détail, comme type, le Sorgho sucré (*Sorghum vulgare*, Pers., variété *saccharatum*, L.). Les autres n'en diffèrent que par des caractères secondaires que nous décrirons par la suite.

DÉVELOPPEMENT

Grain. — Le grain de Sorgho sucré est petit : un kilogramme contient 45 à 52.000 grains, un litre pèse de 650 à 660 grammes. Encore le grain de Sorgho sucré du commerce comprend-il le caryopse enveloppé plus ou moins complètement par les glumes coriaces et noires ou diversement colorées.

Germination. (Fig. 5, 6 et 7). — La germination du Sorgho se fait plus ou moins vite suivant la température. Aux environs de 20°, sous cloche, sur de la mousse humide, elle se produit entre vingt-quatre heures et trois jours. A température plus basse, la germination est plus lente.

Le grain commence par se ramollir et se gonfler, les glumes s'écartent légèrement. La radicule, qui sort vers le point d'attache du grain, fait le plus souvent éclater la base de la glume coriace qui recouvre l'embryon. Parfois aussi elle repousse les



Fig. 5.

glumes ; le caryopse avec sa radicule et sa gemmule semble décoré.

La coiffe ou la pointe de la radicule apparaît à travers la glume éclatée, bientôt suivie de la zone des poils absorbants, qui s'allonge et s'enfonce. Elle se garnit de radicelles dans la mousse. Vers la fin de la période germinative, quand le grain devient flasque et ridé, tout ce système primitif disparaît et fait place aux seules racines adventives qui continuent à nourrir la plante ; les feuilles produites par la gemmule se développent le plus souvent sous la glume dont la base est éclatée, et dès que leurs pointes arrivent à la lumière, elles verdissent.

Ensuite elles s'allongent et lorsque, vers le dixième jour, la première feuille atteint environ 5 centimètres, on voit pointer

la seconde. Le seizième jour toutes les jeunes plantes sont pourvues de racines adventives et les deuxièmes feuilles commencent à s'ouvrir. En pleine terre les feuilles s'ouvrent dès qu'elles sont à la lumière, elles sont d'un vert plus ou moins intense avec souvent un fond rouge qui assombrit le vert.



Fig. 6.

Ces feuilles sont d'abord très serrées les unes autour des autres sur une tige à nœuds rapprochés. La tige principale n'est visible à l'extérieur que bien après la germination. La gaine de la première feuille recouvre toute la base de la jeune plante et cache les premiers entre-nœuds qui sont très rapprochés les uns des autres. Les jeunes pousses de Sorgho sucré sont très riches en glucoside cyanogénique et très toxiques, nous reviendrons sur ce sujet.

Un jeune Sorgho de 10 jours, arraché de la mousse et placé horizontalement sur la même mousse humide, sous cloche, se

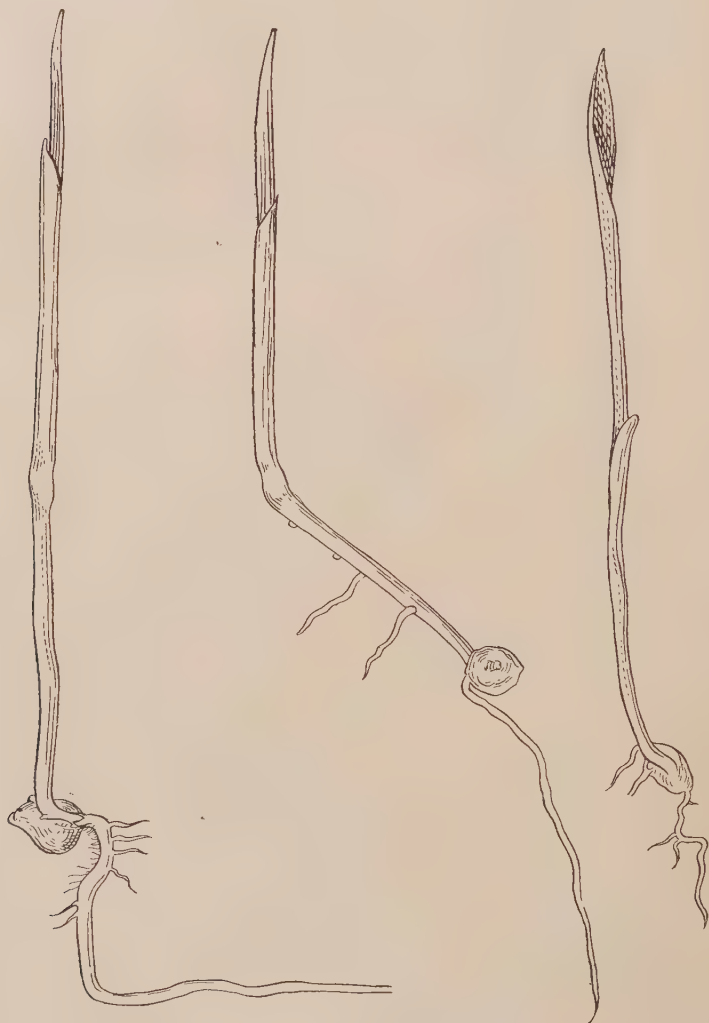


Fig. 7.

redresse aux environs du premier entre-nœud visible et en six jours pousse des racines adventives d'un centimètre de long, alors que la racine primitive se flétrit (fig. 7).

Racine. — La partie souterraine des Sorghos (fig. 8) est constituée par des entre-nœuds raccourcis, comprimés, de plus en



Fig. 8. — Partie souterraine du Sorgho montrant les entre-nœuds raccourcis, les racines adventives et les bourgeons latéraux.

plus rétrécis vers la base de la tige qui porte, aux premiers temps de sa formation, la cicatrice de la radicule avortée.

A chacun de ces entre-nœuds naissent des racines adventives qui s'étagent ainsi sur plusieurs rangs. Elles atteignent en général 25 à 30 centimètres de longueur et souvent plus, dans les terrains favorables.

Ces racines ont le caractère de celles des Graminées. Elles ne sont jamais rameuses, mais portent de petites radicelles très minces et courtes sur toute leur longueur.

Toutes les racines de la plante adulte sont adventives, la racine primitive avortant ordinairement assez tôt.

Les Sorghos, comme les Graminées, forment très facilement des racines adventives aux entre-nœuds les plus rapprochés du sol. Elles s'enfoncent dans le sol et forment des étais de soutien.

Linné a décrit ce caractère : « *Radices ex infinis caulibus geniculatis descendunt in terram.* »

Les entre-nœuds les plus élevés ont souvent à leur base des petits mamelons qui sont des débuts de racines adventives.

Dès qu'une tige est couchée par le vent, elle forme des racines adventives à tous ses entre-nœuds et tous ses bourgeons latéraux donnent des pousses qui forment de nouvelles plantes.

C'est cette observation qui m'a permis d'obtenir des boutures à l'aide de tronçons de tiges comprenant un nœud.

Tige. — Normalement la tige du Sorgho est droite. C'est un chaume plein (fig. 9) comprenant une suite d'entre-nœuds plus courts vers la base, plus longs vers le sommet. Chaque nœud porte une feuille dont la gaine fendue recouvre souvent le nœud supérieur avant de laisser s'étaler son limbe.

A l'aisselle de la gaine, à chaque nœud, à la base d'une légère cannelure ou d'un faible aplatissement, se trouve un bourgeon qui reste le plus souvent à l'état rudimentaire. Les bourgeons souterrains et ceux de la base des tiges, au contraire, donnent généralement des tiges secondaires, il n'est pas rare d'en voir 5 et même 8 ou 10 lorsque la saison est bonne et que la terre est fertile. Par les étés chauds et humides, on voit souvent se développer les bourgeons latéraux aériens. On voit parfois, dans ces conditions, les rameaux latéraux pousser plus haut que l'inflo-

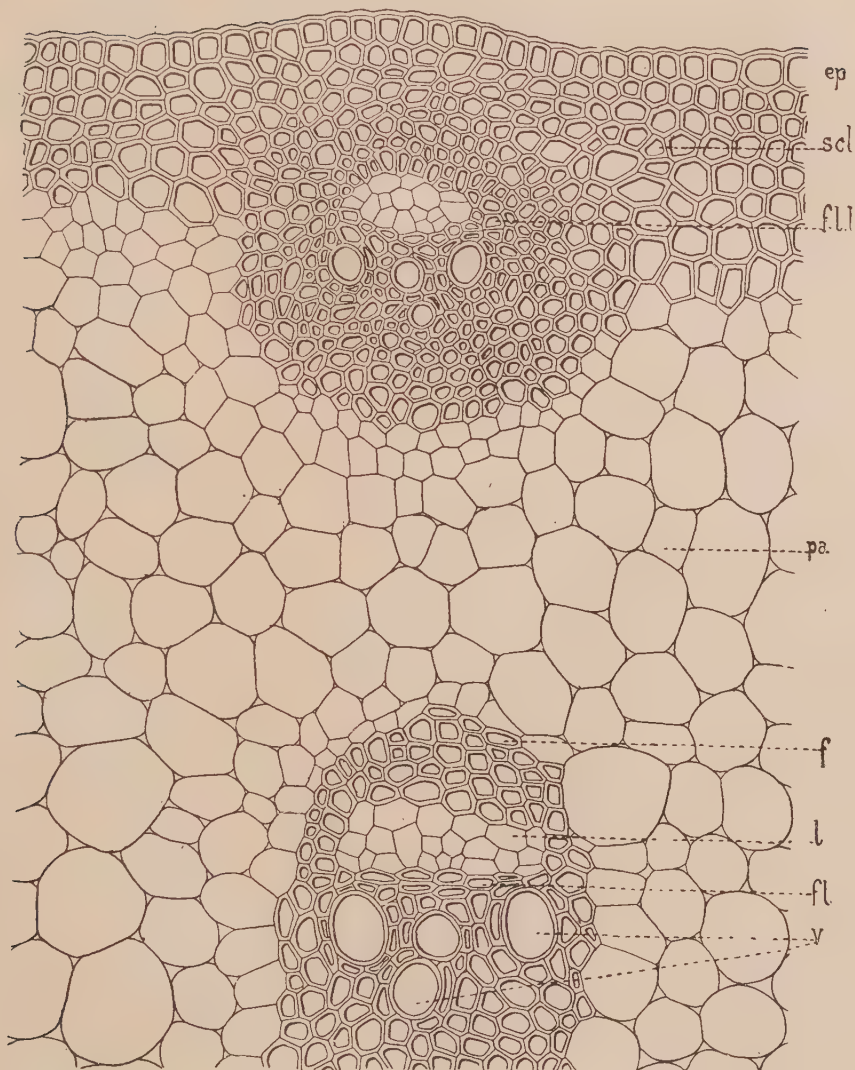


Fig. 9. — Coupe transversale d'une tige de Sorgho.

ep = épiderme; scl = sclerenchyme; fll = faisceau libéroligneux; pa = parenchyme; f = fibres; l = liber; fl = fibres ligneuses; v = vaisseaux.

rescence terminale, fleurir, et quelquefois fructifier, ce qui est rare sous nos climats. C'est là d'ailleurs un caractère à rejeter des bonnes sélections.

Aux environs de Paris, en Loir-et-Cher, en Touraine et en Poitou, dans des terrains d'humidité moyenne, les tiges du Sorgho atteignent 2 mètres à 2 m. 50. Dans les sols frais et dans les pays méridionaux on en voit de 3 mètres et plus.

Le diamètre va en diminuant de 10 à 25 millimètres à la base à 5 à 8 millimètres au sommet, sous nos climats. Dans la région méditerranéenne, dans les endroits irrigués ou frais, le diamètre de certaines variétés peut atteindre 40 millimètres à la base.

Chaque entre-nœud se termine à la partie supérieure par un faible renflement qui sert de base à la gaine de la feuille. Les entre-nœuds sont sensiblement cylindriques, un peu élargis vers les nœuds qui sont plus ou moins duveteux.

L'entre-nœud du dessus est toujours plus petit que celui du dessous, le diamètre diminue ainsi brusquement au-dessus de chaque entre-nœud. L'anatomie de la tige du Sorgho est celle de toutes les Graminées à chaume plein (fig. 9). Les nœuds sont formés par l'entrecroisement des faisceaux libéro-ligneux qui se distribuent dans les feuilles. Au-dessous du nœud, ces faisceaux descendent parallèlement à l'axe de la tige en se resserrant de plus en plus, à mesure qu'ils sont plus proches de la périphérie, laissant à peine subsister entre eux quelque trace de tissu parenchymateux. Au centre ils sont épais, et peu nombreux dans le parenchyme qui contient du sucre, dans la plante adulte. La tige reste verte pendant toute la durée de la végétation. Elle pâlit, pour finalement jaunir au moment de la pleine maturité des grains, encore la base des chaumes reste-t-elle toujours verte, avec souvent quelques taches allongées d'un rouge plus ou moins foncé.

Il se produit souvent, en arrière-saison, dans l'épaisseur ou en surface de la tige, une coloration rouge due à la formation de matière colorante, sous l'action d'un traumatisme accidentel ou parasitaire. J'ai vu la coloration rouge se développer dans les

parties parasitées par des moisissures ou des taches microbiennes, gagner les vaisseaux et envahir tout le tissu. Elle semble dans ce cas être une réaction de défense de la plante.

Le Mil des teinturiers (pl. 4, fig. C), cultivé au Soudan, est un Sorgho dont la tige et les feuilles rougissent sous l'action d'une levure signalée par A. Chevalier.

Feuille. — Les feuilles du Sorgho sont planes, alternes, engainantes, longues et larges, retombantes. Elles atteignent 50 à 80 centimètres de long et 5 à 10 centimètres à la partie la plus large, elles sont d'un beau vert.

Elles vont s'élargissant jusque vers le milieu de leur longueur pour diminuer plus rapidement et se terminer en pointe assez aiguë. Leur limbe est entier, ondulé et bordé par une marge très étroite transparente et rugueuse au toucher.

Les nervures translucides sont curvilignes. La nervure médiane, plus claire, est cannelée en dessus et saillante en dessous.

La gaine est cylindrique et ses nervures sont régulièrement parallèles, elle est surmontée d'une ligule, d'abord entière, qui devient velue ou ciliée à l'état adulte.

Entre la gaine et le chaume, la plante exsude une efflorescence blanchâtre, qui est constituée par une *cire utilisable*, qu'on appelle « cérosie », commune d'ailleurs chez les Graminées, le blé, le maïs et la canne à sucre en particulier.

Inflorescence. — A la maturité, la tige du Sorgho sucré est couronnée par une inflorescence rameuse lâche, appelée « panicule », portée par l'axe principal, dont les caractères différents ont permis de distinguer les principaux groupes.

D'après Capus et Bois :

1^o Panicule lâche :

Caryopse inclus dans les glumes :

a) Axe principal de la panicule court, rameaux secondaires longs = *S. technicum* (Sorgho à balai).

Axe principal allongé : *S. saccharatum* (Sorgho sucré).



Fig. 10. — Inflorescence du Sorgho sucré.

2^o Panicule dense :

Caryopse inclus dans les glumes :

a) Panicule dressée : *S. vulgare* (Sorgho commun, Imphi, etc.).

b) Panicule penchée : *S. cernuum* (Sorgho penché).

Caryopse dépassant les glumes :

S. doura (Sorgho douro).

S. couscou (S. de Changallar).

Autour de l'axe principal et à diverses hauteurs se trouvent



Fig. 11. — Schéma de la fleur du Sorgho.

disposés des groupes de rameaux (*Panicula semi-verticillata* de Linné). Ils ne partent pas du même plan mais forment des groupes assez éloignés les uns des autres.

Ces groupes, à la base de l'axe, s'insèrent comme les feuilles qui sont alternes. Vers le haut de la panicule leurs points d'insertion sont parfois si rapprochés qu'ils ont une allure ombelliforme à la maturité (pl. 4, fig. B) à la manière de l'*Holcus cafer* d'Arduino 1786 (fig. 22).

L'axe principal dressé (*erectus*) est orné de cannelures longitudinales produites par la compression des rameaux secondaires dans la gaine, avant l'épanouissement de la panicule. Ces ra-

meaux d'abord dressés forment dans l'ensemble une masse plus ou moins ovoïde. A la maturité ils s'infléchissent sous le poids des grains (*Racemis patentissimis, horizontalibus, sub pendulis, Lin.*).

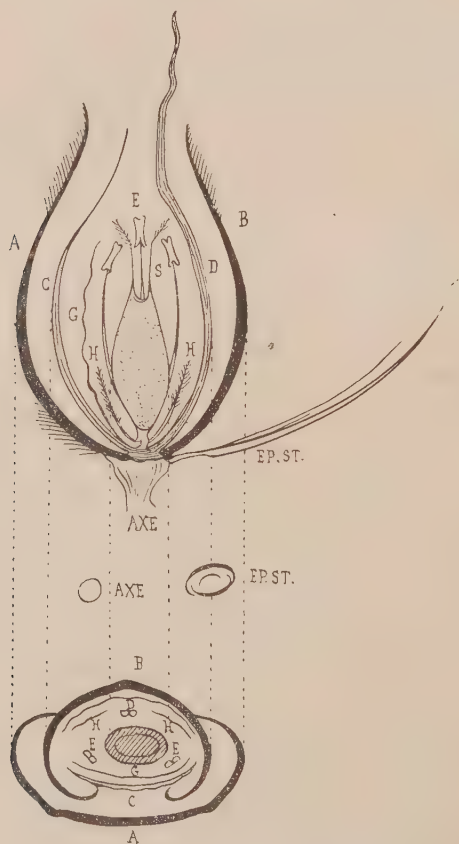


Fig. 12. — Diagramme de la fleur du Sorgho.

Ces rameaux secondaires portent eux-mêmes d'autres rameaux, eux-mêmes ramifiés.

A l'extrémité de toutes ces ramifications se développent des épillets en nombre variable qui constituent l'élément essentiel de l'inflorescence. Les épillets se présentent à l'extrémité des ramifications de l'inflorescence, soit seuls, soit par deux, trois ou quatre, le plus souvent trois fertiles. L'épillet fertile, unique

ou terminal, est accompagné de deux épillets stériles, presque latéraux (fig. 11 et 13).

Les autres ne sont accompagnées que d'un seul épillet stérile (fig. 11, 12 et 13).

Chaque épillet stérile est pédicellé. Il a son point d'attache à la base de l'épillet fertile, c'est-à-dire à l'extrémité des ramifications pour les épillets terminaux fertiles. Deux enveloppes coriaces, les « glumes », enferment la fleur et, plus tard, le grain. Elles sont presque égales, convexes, poilues et prennent, vers la maturité, une teinte rouge plus ou moins foncée ou d'un noir chaud et brillant.

La plus grande, A, est bicarénée, arrondie. Elle a de nombreuses nervures apparentes, surtout au sommet qui est rongé, échancré ou terminé en pointe plus ou moins obtuse et arrondie.

La deuxième glume, un peu plus courte, est unicarénée, arrondie et rongée ou terminée en pointe, plus ou moins obtuse, avec des nervures moins nombreuses que la première.

Recouverte par la *première glume* A, et opposée à la *deuxième glume* B, une *membrane* C, mince, hyaline, laciniée sur les bords avec deux nervures saillantes opaques, représente la fleur inférieure stérile. Cette fleur serait quelquefois fertile. Je n'ai pas eu l'occasion de le constater. (Il est fait mention d'un Millet noir à l'époque des anciens classiques, en Chine. Aux Indes, il existe plusieurs variétés de Sorghos à deux grains.) La fleur supérieure fertile comprend :

une *glumelle* D, membraneuse, hyaline, à bords laciniés, *échancrée* au sommet, pourvue d'une arête longue, plusieurs fois tordue sur elle-même, *entre les deux pointes de l'échancrure*,

une *seconde glumelle* G, opposée à la première D, très petite, membraneuse, hyaline, laciniée, sans nervure et bifide au sommet,

deux *glumellules* H, tronquées, en forme de coin (cunéiformes), ciliées aux angles supérieurs. Elles sont superposées à la glumelle D,

trois *étamines* E, à filets grêles insérés l'un entre les deux glumellules, les deux autres latéralement et opposés à la glumelle D. Ces filets portent des anthères à deux loges, jaunes et

basifixes. Leur déhiscence se fait par une petite fente latérale, au sommet des loges.

Au moment de la fécondation les étamines sortent au dehors, effectuent leur déhiscence, puis se séparent du filet qui se détache peu à peu. (C'est là une grande difficulté pour la conservation des variétés pures, à cause des hybridations faciles que produit cette disposition.)

Un *ovaire* libre à une seule loge, surmonté de deux styles non soudés à stigmates linéaires oblongs, plumeux.

Un très petit *ovule* anatrope muni d'un embryon latéral et monocotylédoné.

L'épillet stérile. — L'épillet stérile qui accompagne l'épillet fertile est porté par un court pédicelle latéral à l'axe. Il reproduit exactement l'épillet fertile sauf la fleur fertile terminale. On voit sur le pédicelle :

Une bractée coriace externe représentant la glume A, une écaille représentant une fleur rudimentaire correspondant à B, et, appuyée sur la bractée extérieure, une membrane hyaline binerviée correspondant à C, et représentant une fleur rudimentaire.

Fruit. — Après la fécondation, les étamines tombent. Seule, la base de leurs filets subsiste.

Les glumes, glumelles et glumellules, par injection de matière colorante, se teintent en rouge plus ou moins foncé, en brun ou en jaune suivant les variétés.

L'ovule en se développant remplit toujours complètement la cavité de l'ovaire.

A la maturité, l'*ovaire*, devenu *péricarpe*, est directement appliqué sur l'*ovule* devenu *graine*. L'ensemble est un *fruit* appelé *caryopse* ou *grain*. (Fig. 54 et pl. 13).

L'ovaire conserve à son sommet la trace des styles sous la forme d'une pointe plus ou moins régulière, penchée et plus ou moins injectée de matière colorante d'une intensité variable.

Dans le grain mûr, cette pointe est visible par l'entrebaillement du haut des glumes.

Le grain mûr, débarrassé de ses glumes, glumelles et glumelules, est légèrement oblong, plus ou moins ovoïde, obovale, presque sphérique, généralement un peu aplati latéralement sur les deux faces avec une petite dépression vers le hile du côté opposé à l'embryon qui forme lui-même une légère saillie sur un plan coupé un peu obliquement.

Le péricarpe est coloré en orangé rougeâtre ou brunâtre.

Si on l'enlève avec précaution on voit que la graine proprement dite est encore plus fortement colorée, de la même nuance.

Sous cette couche mince colorée, on trouve un albumen corné à la périphérie qui caractérise les cellules à aleurone, et à l'intérieur un albumen amylacé parfaitement blanc et farineux qui contient de petits grains d'amidon plus ou moins polyédriques, ou sensiblement sphériques. Ces grains d'amidon sont marqués d'un hile plus ou moins régulier et varient généralement entre 5 et 20 μ . (Voir chap. *Le grain et la farine de sorgho*).



Fig. 13. — Grains de sorgho sucré recouverts de leurs glumes.

RÉSUMÉ.

Le Sorgho sucré est une race à glumes noires de la variété *Saccharatum* de Linné (1753), du genre *Sorghum* de Persoon, (1805), de la tribu des *Andropogonées*, de la famille des *Graminées*.

Le genre *Sorghum* se distingue par une inflorescence en panicule à rameaux plus ou moins allongés, plus ou moins serrés ou plus ou moins lâches, l'axe principal de la panicule étant court ou allongé ; deux glumes presque égales, une fleur inférieure rudimentaire réduite à la glumelle inférieure hyaline égalant presque les glumes, une fleur supérieure hermaphrodite, fertile, une glu-

melle inférieure hyaline bilobée avec une arête entre les lobes. Cette arête est longue et tordue, elle dépasse toute la fleur ; une glumelle supérieure hyaline et sans nervure, deux glumellules, tronquées et cunéiformes, dont le bord supérieur est garni de poils plus longs vers les angles. Trois étamines, deux styles non soudés, deux stigmates longs et plumeux. Les épillets latéraux sont accompagnés d'un épillet stérile et les terminaux de deux.

Ce genre est très voisin de plusieurs autres de la même tribu.

1^o Du genre *Andropogon*, dont l'inflorescence est en *faux épis*.

2^o Du genre *Saccharum* (Canne à sucre), qui en diffère par la présence d'un *involucre pileux à la base de l'épillet* ;

3^o Du genre *Holcus*, qui s'en éloigne par des caractères beaucoup plus importants. Ses glumes ne renferment que deux fleurs, l'inférieure hermaphrodite, la supérieure mâle. Les glumellules sont entières. Ce genre est éloigné de la tribu des Andropogonées, nous le citons seulement pour rappeler que Linné avait donné au Sorgho sucré le nom de *Holcus saccharatus*.

Caractères du Sorgho sucré. — Hauteur 1 mètre à 2 m. 50 et plus, inflorescence en panicule, axe principal allongé, rameaux insérés en demi-verticilles alternes, lâches, dressés dans le jeune âge, écartés à la maturité. Glumes velues rouges ou noires à la maturité. Le fruit est un caryopse obovale presque sphérique, légèrement aplati latéralement et portant une pointe foncée au sommet à la place des styles.

CHAPITRE II

HISTOIRE DU SORGHO

Origine. — On pense généralement que les Sorghos cultivés ont pour origine commune un Sorgho sauvage, vivace, à rhizome traçant, indigène dans la région méditerranéenne, le *Sorgho d'Alep* (*Sorghum halepense* Pers). Trabut, dans les comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 26 janvier 1916, signale qu'une petite variété, le *Sorghum exiguum* Forsk., qu'il a appelée *Sorgho menu*, est apparue spontanément dans les carrés d'expérience du jardin d'essais d'Alger. Cette petite variété, très semblable au Sorgho d'Alep, dont elle se distingue par le fait qu'elle n'a pas de rhizome traçant, s'est maintenue en culture, sans variation. Il indique dans la même note qu'il existe, en Algérie, entre Collo et Djidjelli, à l'embouchure de l'oued Zour, un Sorgho annuel, le « Mezra », *Sorghum halepense annuum* non traçant, très élevé, dont les panicules ont 0 m. 40 à 0 m. 50 de haut. Cette forme sauvage, cultivée, n'a jamais varié. Il ajoute qu'on peut regarder ces formes du Sorgho comme des formes spontanées qui peuvent donner une idée de la façon dont les variétés cultivées ont pris naissance.

D'autre part, on trouve au Soudan une variété sauvage que les Américains cultivent sous le nom de *Sudan grass* et que Auguste Chevalier considère comme l'ancêtre des Sorghos cultivés.

C'est en Afrique et aux Indes, dans les régions tropicales et

subtropicales, qu'on trouve le plus grand nombre de variétés cultivées.

De nombreuses études en ont été faites aux Indes, par les agronomes et les botanistes. Les Sorghos d'Afrique sont moins étudiés.

De Candolle dit qu'il existe, entre les Sorghos africains et asiatiques, une différence d'aspect telle, qu'elle est un argument en faveur de l'origine indépendante des Sorghos dans les deux continents.

Mais il penche, par déduction, pour une origine africaine. Il cite l'observation de Schmidt (*Beiträge zur Flora Capverdischen Inseln*, p. 158), sur un Sorgho qui pousse à l'état sauvage, dans des terrains arides de l'île San Antonio de l'archipel du cap Vert.

C'est peut-être là qu'il faut voir la véritable origine ?

On trouve en Afrique tous les principaux groupes de formes y compris le Sorgho sucré à panicule diffuse, genre *S. chinois*, et le Sorgho à longues panicules, à axe incurvé, à rameaux pendants, se rapprochant des *Shallus* de l'Inde et des *Ampemby* de Madagascar, c'est là un fort argument en faveur d'une origine africaine.

Bien que la question d'origine ne soit pas absolument réglée, on peut dire qu'il existe des intermédiaires entre le Sorgho d'Alep, le plus typique, et les formes les plus améliorées à tiges sucrées ou à gros grain farineux. C'est ainsi que le Sorgho d'Alep annuel de Cordofan, de Souakine : *Sorghum halepense æthiopicum* Hackel (Schweinfurth, nos 599 et 655, 1883), a des affinités très proches avec les Sorghos sucrés, nommés par Forskal (*S. Dockna* Forsk.) en 1775, dans sa *Flora Ægyptiaco arabica*, p. 174.

Les hommes qui avaient besoin de grains farineux et aussi d'aliments sucrés pour se nourrir, eux et leurs animaux, ont sélectionné ces plantes dans ces deux buts. On peut même penser que ce sont ces formes annuelles du Soudan qui ont donné naissance aux variétés cultivées, par sélections successives.

N'est-on pas arrivé de nos jours, par sélection, à obtenir du Sorgho penché dont le haut des chaumes ne se courbe plus en

crosse à maturité ; des Sorghos bâtifs qui mûrissent en 90 à 100 jours, des Sorghos nains qui sont d'une récolte plus facile.

Les variétés cultivées sont tellement différentes les unes des autres que les anciens auteurs en avaient fait des espèces.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons admettre qu'il existe deux espèces de Sorgho :

1^o Le *Sorgho d'Alep* (*Sorghum halepense*, Pers.), sauvage, et ses variétés traçantes ou non ;

2^o Le *Sorghum vulgare* Pers., qui compte de nombreuses variétés cultivées dans les régions tropicales et tempérées du monde entier. Ces variétés se fécondent réciproquement. Il existe entre elles tous les intermédiaires.

De plus, toutes ces variétés sauvages ou cultivées contiennent en plus ou moins grande abondance un glucoside cyanogénique, « la Dhurrine ».

Ancienneté. — Le plus ancien document dont aient parlé les auteurs : A. Unger, *Die Pflanzen des Alten Ägypten* (1859) ; A. Ermann, *Ägypten und ägyptischen Leben in Altertum*, Tübingen (1885) ; Woënic Franz, *Die Pflanzen im alten Ägypten*, pp. 171-174 ; Carleton R. Ball, *The history and distribution of Sorghum*, (1910) ; A. Hugh Bryan, *Sorghum sirup manufacture, Farmers bull.*, p. 477, Washington, (1913) ; Gerald O. Dudgeon, *Egyptian agricultural products* (1913), serait en Egypte. C'est une fresque en assez mauvais état qui montre des scènes de moissons, puis des scènes de battage et de mise en grenier des céréales.

Cette fresque est peinte à Beni-Hassan, dans le tombeau d'Amen-em-hat qui appartenait à la xii^e dynastie et vivait environ 2200 ans avant notre ère.

Wilkinson, dans son ouvrage : *The Ancients Egyptians*, vol. II, pp. 396, 426, 427, 428, Londres, 1878, figure et explique aussi des scènes de moissons qu'il indique comme se rapportant au « Doorra » : Sorgho. Ces scènes sont peintes dans des tombeaux de Thèbes et de Eileithia.

Victor Loret, dans sa « *Flore pharaonique* », éditions 1887 et 1892, dit que des grains trouvés dans les tombes égyptiennes se

trouvent exposés dans divers musées, entre autres, celui de Florence.

Pickering a trouvé, dans un cercueil ouvert à Saqqarah, des tiges de Sorgho entrelacées avec des tiges de Papyrus. Malgré cela, dit-il, Schweinfurt refuse de croire à l'existence du Sorgho dans l'Égypte ancienne.

Maspero, dans son *Histoire des peuples de l'Orient classique*, (1895), signale qu'il l'a rencontré sous le nom de « Dirati » dans le Papyrus anastasi, IV, p. 13, ligne 12 ; p. 17, ligne 4.

J'ai étudié la scène de moisson citée [par Woënic, Carleton R. Ball, etc., d'après les reproductions de Rosellini. *Monumenti civili*, pl. XXXVI, 2, texte I, p. 361 et de Champollion, *Monuments de l'Ancienne Égypte et de la Nubie*, pl. CCCC, t. IV.

Dans la planche de Rosellini, dans la première partie de la scène, la masse des tiges est peinte en vert. Elle est surmontée de taches ovoïdes, brun rouge, qu'on pourrait prendre pour des panicules denses et ovoïdes, comme le Douro ou Doura.

Dans la planche de Champollion, la scène est seulement dessinée au trait. Les détails qui représentent l'équivalent des taches ovoïdes, brun rouge, ont ici la forme d'un triangle à angles arrondis, qu'on pourrait prendre pour des panicules de Sorgho sucré.

Cette différence de formes des mêmes détails, montre une grande fantaisie dans l'interprétation des artistes et m'a fait douter de la fidélité de leurs dessins.

La même scène, figurée, d'après des documents photographiques, dans Percy E. Newberry, Beni Hassan, part. 1, pl. XI, London, in-4^o, (1893), accentua encore ce doute et me permit d'affirmer à M. Bénédict, Conservateur des Antiquités égyptiennes du Louvre, grâce auquel j'ai pu consulter cet ouvrage, qu'il ne pouvait pas être question du Sorgho, dans cette figure. Depuis, j'ai eu recours à la grande compétence de M. le professeur Victor Loret, de Lyon, qui, partageant complètement mon opinion, a bien voulu mettre à ma disposition sa précieuse documentation sur cette question :

Trois sortes de documents peuvent servir à démontrer l'existence d'une plante dans l'Ancienne Égypte :

- a) Documents linguistiques ;
- b) Documents botaniques ;
- c) Documents figuratifs.

a) Le Professeur V. Loret cite trois noms, dans sa flore pharaonique : *boti*, *toura* et *tourouta*, que Maspero lit « dirati » dans le Papyrus anastasi, IV, où ce mot revient deux fois p. 13, ligne 12, p. 17, ligne 4.

Boti est le nom de l'*Epeautre* ou plus exactement, du *Triticum dicoccum* (Schr.). Il ne se trouve jamais qu'avec ce sens dans les textes égyptiens et c'est par erreur ou confusion qu'un document copte-arabe du xiv^e siècle de notre ère, traduit ce mot à la fois par , (Dourrah Sorgho) en même temps que par  (hommos : Pois chiche) ce qui montre que le sens du mot au xiv^e siècle était peu assuré. D'ailleurs le sens du mot « Sorgho » fût-il assuré pour le xiv^e siècle de notre ère que cela ne prouverait rien pour le sens du mot *boti* aux époques antérieures. Dans les traductions coptes de la Bible qui datent du iv^e-v^e siècle, *boti* sert à rendre  et comme en ancien Egyptien, désigne le *Triticum dicoccum*, Schr.

Toura veut dire « Saule ».

Quant à *Tourouta* que Maspero lisait *Dirati*, il revient deux fois dans le Papyrus anastasi IV, l'orthographe est     dans laquelle la première lettre  est non pas un *d* comme le dit Maspero, mais un *t* ou plutôt un *th* (θ grec). Ce  sert le plus souvent à rendre en égyptien les lettres sémitiques  (*z*) et  (*s*).

Le  (rou ou lou) sert à rendre aussi souvent le *r* que le *l* sémitique.

Enfin le  final est plutôt un *i* qu'un *a*. Nous avons donc *thouroti* répondant au sémitique *zouroti*, *souloti*, *zouloti*, *souroti*. Tous les Egyptologues ont rapproché ce mot de l'hébreu  *solet*, qui veut dire « fleur de farine ».

Le nom arabe du Sorgho  (dourrah) est écrit avec un *ṣ* qui ne peut répondre au  égyptien. D'autre part, ce mot arabe

dourah (ou mieux *dorah*) ne se retrouve dans aucune autre langue sémitique.

Or, sous la XIX^e dynastie, environ 1250 avant notre ère, c'est aux langues araméennes et cananéennes que les Egyptiens pouvaient emprunter des mots sémitiques et non à la langue arabe. Ni en araméen (syriaque), ni en cananéen (hébreu, phénicien) on ne trouve le mot *dorah* (V. Loret). Le rapprochement de Maspero serait donc faux, au point de vue linguistique. Il le serait également au point de vue archéologique, puisque, comme nous allons le voir, le Sorgho n'a jamais été trouvé dans les tombes, même sous forme de grains, ni représenté en bas-relief ou en peintures dans les tombeaux.

b) Les grains et fruits trouvés dans les tombes et rapportés par Rosellini (cité par Unger), existent au Musée de Florence. Or, ni Migliarini qui en a fait le catalogue, ni le Dr Bonnet, qui a étudié de très près les plantes égyptiennes du musée de Florence, n'y ont trouvé la moindre trace de Sorgho. Je le tiens du Dr Bonnet lui-même.

Il est probable que Pickering, également cité par Unger pour avoir trouvé dans la nécropole de Saqqarah des tiges de Sorgho mêlées de tiges de Papyrus, a été mystifié. On ne sait pas où sont exposées ces tiges ? Et seraient-elles exposées quelque part, qui prouverait leur ancienneté ? Tout le monde connaît l'histoire des grains de blé trouvés dans les tombes égyptiennes qui germent toujours ! Les Arabes sont experts dans l'art d'exploiter les chercheurs et les touristes.

c) Enfin la scène de la tombe d'Amen-em-hat, XII^e dynastie, citée par les auteurs, représente en réalité deux scènes, sorte de cliché qui se répète dans tous les tombeaux égyptiens depuis l'Ancien Empire jusqu'aux époques les plus récentes. Il faut donc, pour les bien comprendre, les juger dans leur ensemble. Les scènes les plus complètes, les plus claires, les plus détaillées et les mieux dessinées sont celles de l'Ancien Empire. La récolte est toujours divisée en deux parties : le *lin*, d'un côté, les *céréales* de

l'autre. La tombe de l'Ancien Empire la plus développée, celle de Ti, qui date de la première moitié de la Ve dynastie, 2700 ans environ avant notre ère, à Saqqarah, divise les céréales en deux scènes : *Orge* et *Triticum dicoccum*. Les autres n'ont qu'une espèce de céréale, l'*Orge*, la plupart du temps.

Dans la peinture de la tombe d'Amen-em-hat à Beni-Hassan, il n'y a que deux scènes : lin et céréale. Quelle céréale ? Le texte ne le dit pas et le dessinateur n'a pas tenu à représenter l'orge, plutôt que le blé. Il a représenté une céréale quelconque. Dans toutes les scènes, ce qui distingue, à première vue, les deux épi-

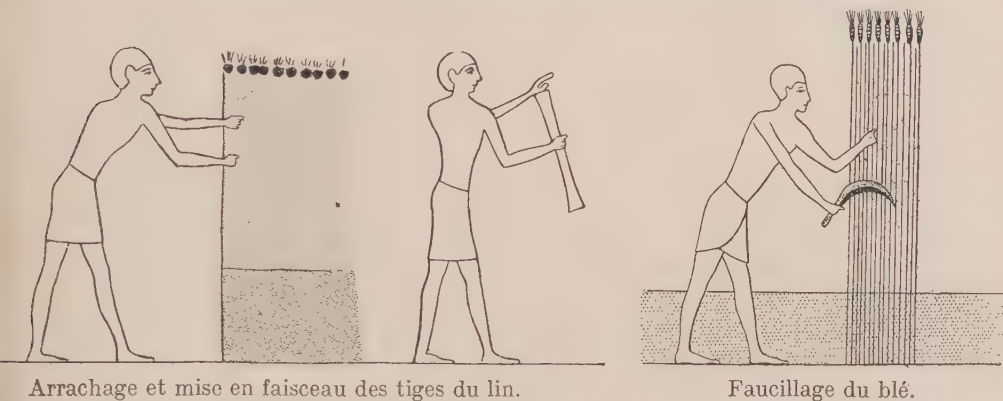
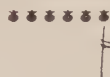


Fig. 15. — Fragments de scènes du tombeau d'Amen-em-hat.

sodes, c'est qu'on *arrache* le *lin*, tandis qu'on *faucille* les *céréales*

Il en est de même à Beni-Hassan au tombeau d'Amen-em-hat (Newberry, Beni-Hassan, t. I, pl. XI : Champollion, pl. 400 : Rosellini, pl. 36-2) : le deuxième personnage de la scène est en train

d'arracher du lin



Cette plante textile atteint, de nos jours, deux mètres de haut sur les bords du Nil.

Ce qui montre bien qu'il s'agit du lin c'est que : 1° dans toutes les scènes où l'on arrache du lin, les tombes de l'Ancien Empire disent en toutes lettres qu'il s'agit de :

ⓘ Ⓜ Ⓜ Ⓜ Ⓜ « L'arrachage du lin. »

2° Si la scène du tombeau d'Amen-em-hat n'a pas d'inscription, une autre scène de Beni-Hassan, de même date, dessinée dans la

tombe de Khnoum-hotep (Newberry, Beni-Hassan, t. I, pl. 29, partie droite, deuxième registre en partant du haut) porte des inscriptions. Celle qui correspond à l'arrachage est :



« Arrachage du lin. »

Il est facile en comparant les deux scènes de voir qu'elles correspondent bien l'une à l'autre.

Le sommet de la masse des tiges représente les capsules de lin surmontées de leurs styles desséchés :



Le premier personnage à gauche tient un faisceau de tiges qu'il dispose en bottes ; la tombe de Khnoum-hotep (fig. 16) représente le même personnage, avec plus de détails dans le faisceau des tiges.

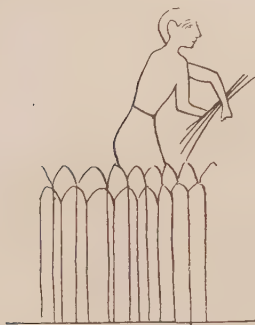


Fig. 16. — Fragment de scène du tombeau de Khnoum-hotep.

En somme, il n'y a aucune espèce de doute à avoir, cette scène représente bien l'arrachage du lin. Dans la deuxième partie, la céréale est évidemment d'une taille un peu élevée, pour de l'orge ou du *Triticum*

dicoccum. Mais il ne faut pas oublier que nous sommes dans la vallée du Nil, au sol riche, irrigué dès ces époques reculées. Ne voit-on pas de nos jours, dans les plaines d'épandage, sous nos climats, des blés dépassant la taille d'un homme ?

D'ailleurs, la céréale en question est surmontée d'épis pourvus d'arêtes, alors que tous les *Sorghos* ont des panicules dont les grains sont placés à l'extrémité des rameaux qui se ramifient en s'étalant plus ou moins. L'aspect de ces plantes est tellement différent que des dessinateurs aussi avisés que les artistes égyptiens n'auraient pas pu manquer de les styliser différemment.

Dans les scènes de moissons figurées par Wilkinson, *The Ancients Egyptians*, vol. II, pp. 396, 426, 428, Londres (1878), malgré les affirmations de celui-ci, il est facile de voir qu'il se trompe.

Il n'est pas un épi de Mil à chandelle, var. Mil en massue, ou

une panicule de Sorgho, si petits soient-ils, qui n'aient plusieurs fois la taille d'un épi de blé ou d'orge. Or, les détails arrondis qui surmontent la masse des tiges sont plus petits que des épis de blé ou de seigle. De plus, ils sont arrondis et sont le plus souvent, dans les peintures originales, surmontés de leurs styles desséchés.



Fig. 17. — Scènes de labours, semailles, moissons et égrainage figurées par Wilkinson,

Wilkinson parle de têtes jaunes et rondes. Cette forme ne correspond pas aux panicules de « Doora » qui sont plutôt ovoïdes que sphériques. Au contraire, les capsules de lin correspondent à cette description.

Il représente aussi le bottelage et l'égrainage du « Doora ».

1^o Le bottelage, une simple comparaison suffit pour démontrer que cette version est erronée. Pourquoi veut-il que des agricul-

teurs, qui négligent les chaumes du blé ou de l'orge en coupant la tige assez près de l'épi, récoltent le « Doora » en l'arrachant, besogne pénible, puisque tous les Sorghos sont largement pourvus de racines, le plus souvent longues et tenaces. Pourquoi veut-il que ces agriculteurs s'encombrent de ces pailles rigides ?

2^o L'égrainage qu'il représente est encore usité de nos jours pour le lin. Il est vrai qu'il est aussi utilisé dans certains endroits pour le Sorgho à balais, mais cette forme de Sorgho est si différente du « Doora » qu'il ne peut en être question ;

Donc, là, comme dans les autres scènes de moissons des tombeaux égyptiens, on voit toujours deux scènes : le fauchage du blé, l'arrachage du lin.

En somme, quoi qu'aient pu en dire les auteurs plus haut cités, rien ne prouve que les Anciens Egyptiens aient connu le Sorgho.

Cependant, comme cette plante est surtout employée dans tout l'Orient, pour l'alimentation des classes pauvres, il est possible qu'elle ait été connue des Egyptiens, sans pour cela qu'elle soit représentée dans les tombeaux des rois et des seigneurs qui se nourrissaient de pain de froment et s'habillaient de lin.

Dans la Bible, livre du prophète Ezéchiel, chap. IV, verset 9 (600 ans avant notre ère) le mot hébreu דֹּחָן « dokhan » est le même que le mot arabe. دُخْنٌ *dokhn* qui signifie au propre « Millet » et qui ne désigne le Sorgho que par exception, le nom du Sorgho étant proprement دُرَّةٌ *Dorrah*.

Je sais bien qu'un radical arabe a souvent plusieurs sens, absolument indépendants les uns des autres et qu'il ne faut pas attacher au sens « fumée » du radical دَخَنٌ *dakhana* trop d'importance. Cependant, comme nous le verrons tout à l'heure, il semble bien que ce mot corresponde au mot grec μελίνη millet à grains (de couleur foncée) de Dioscoride, II, 120. La couleur fumée peut s'appliquer à deux groupes de Mils ou Millets :

1^o Au Millet perle ou Mil perlé ou Mil à chandelle, *Pennisetum typhoideum* Rich. ou *P. spicatum* Roxb.

2^o Aux Sorghos à glumes grises et velues et à grains blancs.

A l'appui de cette version : le Millet perle est appelé *doughn* dans l'Afrique centrale, ce mot dérive visiblement de l'Arabe *dokhn*, quant à la *couleur foncée presque noire* que traduirait le mot grec μελίνη elle ne peut guère définir que des Sorghos à glumes foncées (Gesenius, 1829).

En effet, que je sache, les Millets autres que les Sorghos ont des grains clairs, plus ou moins jaunes ou dorés, mais pas noirs.

Les mots Millet, Mil, Miliun, sont des noms généraux que de nombreux auteurs ont appliqués non seulement aux vrais Millets, *Panicum miliaceum* (Millet commun), *Setaria italica* (Millet d'Italie), mais encore au Maïs, lorsqu'il nous fut importé d'Amérique, et aux Sorghos qu'on a appelés « Millet d'Inde ».

De Candolle dit que le mot arabe « *dokhn* » s'applique aussi au Sorgho sucré et Forskal, en 1775, nomme le Sorgho sucré *S. dokna*, Forsk.

Le texte d'Ezéchiel suppose qu'on mélange au froment certains grains d'espèce inférieure. C'est bien le cas du Sorgho qui est en Orient la nourriture des pauvres.

Les Arabes du commun, dit Niebur, Paris, 1879, n'ont presque d'autre pain que celui de Dourah, en Egypte, en Babylonie, en Syrie et en Palestine.

Gesenius, 1829, dans son *Thesaurus philologicus criticus linguae hebraeae et Chaldaeeae veteris testamenti*, page 333 bis, écrit :

דֹּכָן dokhan Ez.. IV, 9, I, 9, Arab دُخْن dokhn (non دُخْن dakhn ut apud Eichhornium et Winerum) Syr. دُؤْخْن doûkhno

(Barhebr., p. 371, Assemani bibl. or IV, 301) *panicum* (gr. μελίνη ελκος Dioscoride, II, 120) frumenti leguminum genus (V. Colum.

II, 7 Coll. 9) cuius grana (*coloris fuscii vel subnigri* (v. rad.) granorum magnitudine in Italia, Syria et Ægypto pulmento, farinae

et deficientibus melioribus frugibus etiam pani adhibebantur (Caes, b, civ., II, 22, Barhebr., I, C, Cf. Ezech., I, C) Videtur tamen

vc. hebraeum et arabicum etiam *miliun* complecti (gr. νέγρος arab. et pers. دجائورس djâouers گاورس gâvers panico semilimum, sed granis *flavis* et minoribus Ita. LXX νέγρος quod

Arabs reddit دُخْن (dokhn) vulgate miliun Kimchius מילין

(miglio) (1) solent que tantum non omnes interpretes et Lexicographi etiam دخى (dakhana fumée) milium reddere vid. celsii Hierobot I, p. 453-59 oedmann verm. Saymill, t. V, p. 92, Nizbuhrii arabica, p. 295, Forskalii, Flora Ægyptiaco-arabica p. 174.

Qu'on peut traduire : *Dokhan* ou *Dohan*, en prononçant l'H comme un J espagnol, est rendu en arabe par *Dokhn*, en syriaque, par *Dôkhno*; en latin par « *panicum* » (mot qui fait allusion au fait que tous les grains de Mils ou Millets étaient mélangés au froment pour faire le pain), en grec, par *melinê* et par *elumos*. C'est un genre de froment légumineux dont le grain est couleur de fumée ou presque noir. L'usage de ses grains est très grand en Italie, en Syrie et en Egypte pour la farine en cuisine. A défaut de grains meilleurs, on peut encore en faire un pain excellent, cependant des versions hébraïques et arabes indiquent encore les mots « *milium* » en latin; *kegnchros*, en grec; *djaouers*, en arabe; *gâvers* ou *gâouers*, en Persan (de *gâvers*, racine, forme persane primitive) (ces mots désignent, de nos jours, une espèce de Millet dont on fait une boisson enivrante), c'est un Mil semblable, mais dont les grains sont jaunes et plus petits. De même dans les Septantes, on retrouve le mot *kegnchros* qui est rendu, en arabe, par *Dokhn*, dans la Vulgate, par *Milium*, dans Kimchius par *Miliin* que tous les interprètes lexicographes rendent par *Milium* et par *Dakhana* (fumée).

Gesenius définit donc deux Mils, l'un, « Le Panicum », à grains couleur de fumée, presque noirs, l'autre « Le Milium », à grains jaunes et plus petits. Il semble bien que le premier puisse être un Sorgho à glumes grises ou à glumes foncées.

On trouve, d'ailleurs, chez tous les auteurs anciens, une immense confusion. Pour eux, comme pour le plus grand nombre de nos jours, toutes ces plantes sont des Mils ou Millets.

Dans Gesenius, *Hebräisches Wörterbuch*, 12^e éd., in-4^o, Leipzig,

(1) Gesenius écrit מילין, *miliin*, c'est un lapsus ou une faute d'impression. Le dictionnaire de Kimchi et son commentaire sur Ezechiel, IV, 9 traduisent le mot hébreu דֹּכָחֵן *dokhan* par le provençal מִיגְלִיין *miglio* « Mil, Millet ».

Il ne faut pas oublier que Kimchi était provençal et qu'il hébraïse le mot « *miglio* » qui n'a rien d'hébraïque.

1895, on lit דֹּכְחָן dokhan ou דֹּכְחִינָה dokhina, correspondant au grec μελίνη (de couleur foncée) mil commun, *Panicum Miliaceum* (L.), Meer-Hirse en allemand (Mil d'au delà des mers).

Gesenius n'était pas naturaliste, car le *Panicum miliaceum* n'a pas les grains presque noirs, mais blonds.

On peut aussi admettre que le mot μελίνη, *Millet*, ne vient ni de μέλας, *noir* par iotaisme, ni de μέλι, *miel*, faisant allusion au jus sucré des tiges de certains Sorghos.

On doit dans ce cas rattacher ce mot à la racine « mel » *moudre* qui se retrouve dans plusieurs langues et qui a donné le mot μίλη, *meule* (cf. le dérivé « molaire », en latin *molo*).

Μελίνη voudrait dire primitivement « farine de millet », « millet broyé » et serait à mettre à côté de ἄλευρον « *farine de froment* » et de ἄλφιτον « *farine d'orge* ».

Les autres mots qui signifient « *Millet* » en grec : ἔλυμος et Κέγγρος viennent aussi de racines qui expriment l'idée de broyer et de moudre, et ce serait le mot Κέγγρος qui correspondrait très exactement au *Sorgho*.

On peut aussi penser que le mot « Mil » peut dériver de l'Arabe :

مَيْل mail : penchant, inclination, inclinaison, etc.

مَيْل mayila, racine « Mil », qui veut dire se pencher, être penché, incliné vers.

Les variétés africaines de Sorgho, non sélectionnées, ont en effet, souvent, des panicules penchées, le haut des tiges étant recourbé en crosse.

Les textes sont peu concluants, mais on peut admettre que le mot « dokhan » des Hébreux, est un mot général, comme le mot *Milium* ou *Millet*, et qu'il s'appliquait aussi bien au Sorgho sucré ou à un Sorgho à glumes grises, qu'au Millet perle proprement dit et même aux autres Millets, comme le mot arabe « dokhn », son équivalent, s'applique aux deux, encore de nos jours.

« On peut penser que les Mils étaient cultivés dans les vallées fertiles du Tigre et de l'Euphrate, du temps d'Hérodote, (484-406)

qui dit : Les feuilles du Froment (Πρωόν) et celles de l'Orge (κριθέον) ont quatre doigts de large et bien que je sache que les tiges du Mil κέγγρου et du Sésame (σησαμίου) y croissent grand comme un arbre (δένδρεον), je n'en ferai point mention, bien persuadé que ceux qui ne sont point allés dans ce pays de Babylone trouveraient incroyable, même, ce que l'on dit de ces céréales. L. I. C. 193 ».

« Ils (les Egyptiens) font leur pain d'Epeautre ὀλυζιον » L. II C. 36.

« Les Alazons, qui ont les mêmes coutumes que les Scythes, sèment le Blé pour le vendre. Ils cultivent l'Ail, l'Oignon, la Lentille et le Mil (κέγγρον. L. IV, 17 »

Buschau dit que le Mil (κέγγρον) en arbre (δένδρεον) dont parle Hérodote ne peut pas être un Sorgho. Il existe pourtant aux Indes, à Madagascar, en Abyssinie et en Afrique occidentale des Sorghos qui atteignent 4 et 5 mètres de haut et même davantage. Rien d'étonnant que cette plante à végétation puissante se développe d'une façon aussi exubérante dans un terrain chaud, fertile et irrigué. Il ne faut pas oublier que dans ces mêmes terrains on cultive actuellement le coton.

Xénophon, 400 avant notre ère, *Anabase*, 1, 2, 22, place en Cilicie la culture du Sésame, du Mil en massue (1), *Panicum italicum* L. (Kolbenhirse) μελίνη (Hrozný), du Mil à panicule, κέγγρος *Panicum miliaceum* (Rispenhirse), (Hrozný) (*ibid.* VI. 4, 6 et VI, 6, 1) ; en Bythinie, la culture du Froment, de l'Orge, du Mil en massue, μελίνη, et du Sésame.

Pline, 23-79 *Nat. hist.* XVIII, 81, parle de la culture de l'*Olyra* et du *Zea*, en Egypte, ainsi qu'en Syrie, en Cilicie et en Asie grecque, 101, du panic, des habitants de la province pontique.

Galien, au ⁱⁱe siècle (*de Aliment. facul.*, I, 14), en Asie, particulièrement en Mysie, au-dessus de Pergame, on trouve abondamment, à côté du Froment (ὀλυζα) *Triticum dicoccum* Schrank., *Triticum Monococcum* L. ; de l'Avoine (βρομος) et I, 15, on cul-

(1) Le « Mil en massue » n'est pas le *Panicum italicum* L., mais bien le *Penisetum typhoideum* Rich.



A. — Truie et ses petits dans un champ de Sorgho. Palais de Sennacherib, bas-relief rapporté de Ninive par Layart (Musée brit., Londres).



B. — Soldats combattant dans les Mils à chandelle var. M. en massue. Millet perle. bas-relief du palais de Sennacherib, ancienne Ninive, rapporté par Layart (Musée brit., Londres).



A. — Champ de Sorgho rappelant par son ensemble celui du bas-relief assyrien. (Pl. 1, A).



B. — Culture de Mil à chandelle, var. M. en massue, Millet perle (*Pennisetum typhoideum* Rich.), Vanves (Seine), rappelant ceux du bas-relief assyrien (Pl. 1, B).

tive dans « notre Asie » de l'ἔλκος, Mil en massue, *Panicum italicum* L., Kolbenhirse (Hrozny).

On sait qu'un Sorgho à grains blancs et aplatis fut très anciennement cultivé en Arabie. Il y fut encore signalé plus tard, au x^e siècle de notre ère.

De Candolle dit que le mot grec κέχλος sert uniquement à désigner le Millet commun (*Panicum miliaceum* L.), mais il dit qu'on n'a pas de preuves matérielles de l'existence de cette plante en Mésopotamie, ni dans l'ancienne Egypte.

Les lacustres suisses faisaient grand usage du Millet. On en a trouvé dans les restes des palafittes du lac Varese, en Italie.

Le Millet à grappe (*Panicum italicum* L.) était aussi très répandu en Europe tempérée à l'époque préhistorique, ses grains servaient également de nourriture à l'homme. On en a trouvé dans les restes des cités lacustres en Suisse et en Savoie.

Aucune de ces deux plantes n'atteint, même dans les terrains fertiles, la taille élevée dont parle Hérodote. Il est probable que le mot κέχλος chez les Grecs, comme plus tard le mot « Miliun », chez les Latins, était un mot général qui désignait toutes ces plantes, comme aujourd'hui, le mot « Mil », en Afrique occidentale, désigne tous les Sorghos et même le Mil à chandelle (*Pennisetum typhoideum*) qu'on appelle « petit Mil » par opposition aux Sorghos qu'on appelle « gros Mils ».

En somme, on n'est pas très fixé sur les plantes que les Grecs désignaient par le mot « κέχλος » et les Latins par le mot « Miliun » et il est impossible de savoir quel était le *Panicum* mentionné par les auteurs latins, dont les habitants de la Gaule et autres pays se nourrissaient, si c'est un « *Panicum* » ou un « *Sorghum* ».

Un doura blanc est de nos jours abondamment cultivé en Syrie et en Mésopotamie. Il entre, pour une part considérable, dans l'alimentation de la classe pauvre.

En étudiant les planches de l'ouvrage de Layard sur les sculptures et bas-reliefs qu'il rapporta à Londres, des ruines du Palais de Sennacherib, de Kouyoundjik (ancienne Ninive), VII^e siècle avant notre ère, je fus frappé du dessin de certains « roseaux » et

j'en demandai la reproduction photographique au British Museum. J'ai entre les mains deux scènes (pl. 1, fig. A et B), l'une, figurée par Maspero (1895), « truie et ses petits dans les roseaux », et une autre, « soldats combattant dans les roseaux ».

En examinant les sommets de ces « roseaux » on peut voir (fig. B) que les épis du bas-relief des « soldats » sont très différents de taille et de forme des panicules de la scène de la « truie et ses petits ».

Les premiers, plus petits, sont visiblement des épis qui ressemblent étonnamment à ceux du *Mil à chandelle* var. *Mil en massue*, *Millet perle* (1) (fig. B).

Les secondes (fig. A), plus grandes, sont ovoïdes à la base et un peu coniques au sommet, on voit des formes denses et partout des plantes robustes et bien charpentées, malgré la stylisation qui les a visiblement déformées.

L'artiste ou les artistes n'ont certainement pas voulu figurer les mêmes plantes, les formes des épis et des panicules sont trop différentes.

D'autre part, il est visible que par la régularité de leurs dessins, ils ont voulu représenter des plantes cultivées.

La Mésopotamie était sillonnée de canaux qui encadraient les cultures en les vivifiant. Rien d'étonnant que l'eau poissonneuse soit représentée partout.

D'autres motifs de l'ouvrage de Layart représentent des cavaliers dépassés par ces soi-disant roseaux.

On peut rapprocher cette scène de la phrase d'Hérodote, L. I. C. 193, citée plus haut, dans laquelle il parle du « Millet en arbre ».

Quant à la scène des « soldats combattant dans les roseaux » elle rappelle les épisodes de la guerre russo-japonaise dans lesquels les combattants étaient cachés dans les « Sorghos ». « Kaolians ».

J'ai pensé que ce Mil (𐤎𐤌𐤍) traduit dans la Bible Ez., IV-9 par le mot 𐤎𐤌𐤍 dokhan qui a donné l'Arabe ڨڨ dokhn, pour-

(1) *Pennisetum typhoideum* Rich.

rait bien être ce « Mil en massue ou Millet perle » dont l'épi passé fleur prend d'abord une couleur fumée si caractéristique avant d'acquérir la couleur gris perle que conservent ses grains. C'est aussi l'avis de Clément Mullet, le traducteur du livre de l'*Agriculture* d'Ibn-al-Awam.

Quant aux panicules qui surmontent les tiges de la figure « la truie et ses petits dans les roseaux », ils ressemblent d'une façon frappante aux panicules du Douro à grains blancs, cultivé de nos jours en Mésopotamie et à certains autres Mils ou Sorghos (pl. 2 et 3).

Les textes cunéiformes ne parlent que des « roseaux », mais les figures sont quelquefois une écriture plus parlante et puis le poète Lucien au III^e siècle de notre ère n'a-t-il pas chanté « le suc doux du roseau tendre ? » Celui-là, bien sûr, n'était pas un roseau !

Le Professeur Flahaut de Montpellier a bien voulu m'envoyer une photographie des grands roseaux « *Arundo donax* » (pl. 3, fig. B). qui sont si communs depuis les régions méditerranéennes jusqu'aux Indes. La comparaison de ces longues panicules élancées, avec celles que j'ai décrites plus haut, est encore une preuve que les bas-reliefs ne représentent pas des roseaux. Cependant le port des feuilles de l'*Arundo donax* s'en rapproche évidemment.

En somme, malgré les textes qui ne parlent que de « roseaux », il y a là un fait à noter et si c'est bien véritablement le « Mil en massue ou Millet perle » et le « Douro » que les sculpteurs chaldéens ont voulu représenter, ces bas-reliefs seraient les premiers documents figurés que nous possédions sur l'histoire de la culture de ces utiles Graminées dans la Mésopotamie ancienne.

Les marchand arabe *Sulayman*, en 851, et *Abu-zayd-Hasan*, vers 916 de notre ère, dans leur « *Relation des voyages faits par les Arabes et les Persans, dans les Indes et à la Chine* », texte arabe imprimé en 1812, d'après les manuscrits, par Langlé, traduit et publié par Reinaud, Paris, 1845, disent :

Pays des Zendj. « Le Pays des Zendj est vaste. Les plantes qui y croissent, telles que le « *Durra* » qui est la base de leur nourriture, la Canne à sucre et les autres plantes y sont d'une couleur

« noire », le qualificatif « noire » du traducteur, veut sans doute dire « foncée ».

Le Pays des Zendj est l'Afrique orientale de la région du Zanzibar.

Les plantes feuillues, comme les Sorghos qui vivent dans un sol humifère, assez humide et chaud, celui qui convient à la Canne à sucre, ont, en effet, des feuilles vert plus ou moins foncé.

Ibn-Al-Awam, dans son livre de l'*Agriculture*, traduit de l'arabe par J.-J. Clément Mullet, 1886, étudie l'Agriculture nabathéenne, pratiquée par les populations du désert de Syrie. Chapitre VI, il parle du Millet à épis, Panic, Dochn, que le traducteur rapproche de l'« ἔλκος » des Grecs, du « dockan » de la Bible, du « djavarisch » des Persans, du « Milium » des Latins et enfin, du *Penicillaria typhoïdea* (1), que je crois avoir retrouvé dans les bas-reliefs de Ninive. (Pl. 1, B ; pl. 2, B).

Article VII, il décrit la manière de faire du pain avec le panic.

Article VIII, il étudie la manière de cultiver le Dourah ou Millet, qui est appelé en Persan, Djavarisch, que le traducteur croit être le Millet, *Panicum miliaceum* Linn., le κέρκος des Grecs, l'*Holcus durah* de Forskhal.

Ibn-Al-Awam cite deux sortes de Millet : l'un est blanc, dit-il ; c'est, suivant Aboul-Khaïr et autres, la meilleure espèce ; l'autre est noir.

Nous nous trouvons là en présence de plusieurs types : 1^o le Dochn, Millet en épis ou Panic qui compte trois variétés : le blanc, le rouge et le noir et le Dourah ou Millet qui compte deux variétés : le blanc et le noir.

Il semble bien qu'on puisse reconnaître là plusieurs variétés de Sorghos à grains blancs, rouge et noir et aussi peut-être le Mil à chandelle, *Pennisetum typhoïdeum*, très cultivé aux Indes, et qui, si l'on en croit les figures des bas-reliefs du palais de Sennacherib, aurait été cultivé, au VII^e siècle avant notre ère, en Mésopotamie.

Pline (*Hist. Natur.*, XVIII, 55), 60 à 70 de notre ère, raconte,

(1) Mil à chandelle ou en massue, *Penicillaria spicata* Rich.



A. — Panicules d'un Sorgho Douro qui rappellent par leur forme celles du bas-relief assyrien. (Pl. 1, A).



B. — Peuplement d'*Arundo donax*, L., près du jardin d'essais d'Alger, montrant la différence d'aspect entre ce grand roseau et les plantes des deux bas-reliefs assyriens de la Pl. 1 (O. Juel, phot.).

au premier siècle de notre ère, que le Sorgho fut introduit de son temps, en Italie, par des caravanes qui venaient des Indes.

Suivant Benson et Subba-Rao (1906), le Sorgho est mentionné aux Indes dans un récit datant de plus de 1900 ans.

On signale un nom sanscrit Ya-Va-Nala (orge rouge ou graine rouge).

De nombreuses variétés portant des noms différents sont cultivées dans les Etats indigènes de l'Inde centrale, n'ayant eu que des communications très limitées entre eux. Quelques cérémonies religieuses importantes se rapportent aux semailles et à la récolte des Sorghos. Tous ces faits prouvent que la culture de cette plante dans l'Inde est très ancienne.

En Chine (voir *Rép. géog.*), d'après Bretschneider (1893), les Sorghos étaient très connus au III^e siècle de notre ère, le premier ouvrage qui en parle date du IV^e siècle. On trouve bien, ailleurs; de nombreuses indications, mais elles peuvent être appliquées aussi bien au Sorgho qu'à la Canne à sucre.

A l'époque des Anciens classiques, il est fait mention du « Millet noir » qui porte deux grains dans chaque épillet. Or, on ne trouve de variétés à deux grains, ni dans le *Panicum miliaceum*, L., ni dans le *Setaria (Chaetochloa) italica*, Besuv. Alors que plusieurs variétés de Sorghos à deux grains sont connues aux Indes. Certaines ont des glumes plus ou moins foncées.

Il est fort possible que les écrivains anciens veuillent parler de ces formes de Sorgho que la Chine recevait alors des Indes. Tous ces documents isolés sur les Sorghos indiquent un usage domestique très ancien.

La même conclusion s'impose comme nous le verrons par la suite, lorsqu'on étudie la répartition géographique actuelle des variétés cultivées.

CHAPITRE III

HISTOIRE BOTANIQUE. APPELLATIONS SUCCESSIVES ET CLASSIFICATIONS DU « SORGHO ».

Du I^{er} siècle à Linné (1). — Pline nous dit que le Sorgho fut introduit au temps de Néron, de l'Inde en Italie, dix ans avant l'époque à laquelle il écrit. Il donne le nom général de « *Milium* » (Millet) qui fut employé pour d'autres plantes par de nombreux auteurs, par exemple *Panicum miliaceum* = Millet commun, *Setaria italica* = Millet d'Italie, *Pennisetum typhoïdeum* = Millet perle, et même *Zea Maïs* = Maïs.

Pline décrit d'ailleurs le Sorgho d'une façon telle qu'il est impossible de le confondre avec les autres Millets plus haut cités. Il écrit : « *Milium intra hos decem annos ex India in Italiam inventum est nigrum colore, amplum grano, arundineum culmo, adolescit ad pedes altitudine septem praegrandibus culmis ; lobas vocant ; omnium frugum fertilissimum. Ex uno grano terni sextarii gignuntur. Seri debet in humidis.* » (Il y a (voilà ?) une dizaine d'années, on a importé des Indes en Italie, une espèce de Millet noir, son grain est gros et sa tige, semblable à celle du roseau, est très grande : elle s'élève jusqu'à sept pieds de hauteur. Sa grappe ou épi s'appelle loba, c'est le plus fertile de tous les blés car un seul grain en produit trois setiers. On doit le semer dans les lieux humides.)

Les chaumes très vigoureux de sept pieds de haut excluent

(1) Pour la période antérieure au 1^{er} siècle, voir *Histoire du Sorgho*, page 19.

tous les autres Millets sauf le Millet perle. L'abondance des grains et leur couleur noire différencie nettement le « *Milium* » de Pline de ce dernier Millet et le *classe incontestablement parmi les Sorghos*.

Comme Pline, à 1900 ans d'écart, M. J. Ruby (*Annales Sciences agronomiques*, n° 2, 1921, Paris), compare les Sorghos aux Roseaux et il les cultive en région méditerranéenne dans des terrains d'alluvions fertiles à fond humide.

Origine des noms populaires. — Le mot « *milium* » dérive de *miliarino* ou *milliarius*, qui veut dire « contient mille » et fait allusion au grand nombre de grains que contient chaque panicule. C'est de ce mot que dérivent : Mil, Millet, Millo, Milo. D'après l'abbé H. Coste (1906) *milium* viendrait du celtique « *mil* » (pierre), allusion au fruit dur et luisant (pl. III, p. 579).

Depuis l'antiquité, le Sorgho fut connu sous le nom de « *Milium* » ou « *Milium indicum* » qu'on peut traduire littéralement « Millet indien ». Ce nom était encore employé vers le milieu du siècle dernier. Les premiers noms populaires usuels du Sorgho ne sont pas parvenus jusqu'à nous ; les auteurs du moyen âge n'en parlent pas. Ils ont dû pourtant exister, la plante étant déjà largement cultivée ; au début du xvi^e siècle, le Sorgho était connu en Italie, en Espagne, en France, en Belgique et dans l'Europe centrale, sous un grand nombre de noms.

En Italie, on l'appelait : *Melica*, *Melega* et *Milica*, qui dérivent de « Mel ou Melis » (Miel) ou plus probablement de « *Meligo* » (jus semblable au miel) ; *Sagina* ou *Saggina*, du latin « *Sagino* », engraisser. *Sorghi*, *Sorgha*, *Sorghum* et *Surga*, du latin « *Surgo* », s'élever, pour faire image sur la façon dont le Sorgho s'élève très haut au-dessus des autres récoltes.

En Europe centrale on lui appliquait le nom distinctif de « *Welschenhirse* », c'est-à-dire « étranger » ou plus particulièrement Italian Millet, Millet italien, et aussi « *Sorgsamen* ».

En Belgique, on l'appela « *Sorgsaet* ». Il est clair que ces derniers noms dérivent du « Sorgho » italien.

Il est connu aussi sous les noms de *Milium insubrum*, *M. saba-*

eum, et *M. saracenicum*, dont les grains sont supposés venir respectivement, d'Italie septentrionale, d'Arabie ou du pays des Sarrasins en Asie Mineure.

Tous les auteurs du siècle dernier, dans leurs ouvrages agricoles ou botaniques, ont répété que le mot Sorgho ou Sorghi est le nom commun de cette plante en Orient. Ceci n'est pas négligeable puisque, dès 1592, Porta remarqua que ces mots dérivent du latin « Surgo ».

Premiers auteurs et premiers noms. — Il est impossible d'étudier en détail les ouvrages agricoles ou médicaux qui traitent du Sorgho. La plupart des auteurs se répètent. Quelques-uns même ajoutent leurs erreurs à celles de leurs devanciers. Une liste chronologique des noms employés et des auteurs jusqu'à Linné, facilitera les recherches de ceux qui voudraient les entreprendre.

Ezéchiel, 600 ans avant notre ère : דִּקְחָן Dokhan ;

Hérodote, 484-406 avant notre ère : κέγχρου kégnchrou ;

Pline, 1^{er} siècle : Milium ex India ;

Dioscorides, 1^{re} siècle de notre ère : μέλινη (méliné) ἔλυμος (élumos) ;

Sulayman, 851 et Abu-Zayd-Hasan, 916 : سُجَّة, Durra ou Dorrah.

Ruel, 1537 : « Mellica ».

Crescenzi, 1542 : « Saggina », « Melica ».

Fuchs, 1542 : « Sorgho ».

Bembo, 1546 : « Saggina ».

Tragus (Bock), 1552 : « Panicum ».

Scaliger, 1556 : « Sorghum ».

L'Obel, 1576 : « Sorgho », « Melica italorum ».

Dodoens, 1583 : « Melica » ou « Sorghum ».

Cæsalpin, 1583 : « Melica », « Sagina ».

Porta, 1592 : « Sagina », « Melica » ou « Surgo ».

Matthiöle, 1598 : « Milium indicum ».

Belon, 1605 : « Sorghum insubrum ».

Besler, 1603 : « Milium Plinii », « Sorghum fructo rubro »
« Sorghum fructo albo ».

Bauhin, G., 1623 : « *Milium Sabaeum* », « *Milium arundinaceum subrotundo semine*, *Sorgo nominatum* », « *Milium arundinaceum plano alboque semine* ».

Parkinson, 1640 : « *Melica sive sorghum* ».

Bauhin, G., 1658 : « *Milium arundinaceum sive indicum semine subrotundo* » ; « *Milium arundinaceum semine plano et albo* ».

Hermann, 1687 : « *Milium indicum*, *arundinaceo cauli*, *granis flavescentibus* » ; « *Milium indicum*, *arundinaceo cauli*, *granis nigris* », « *Milium arundinaceum subrotundo semine* ; *Sorgo nominatum* » ; « *Milium arundinaceum plano alboque semine* ».

Ray, 1688 : « *Sorghum* » ou « *Milium indicum* », « *Milium arundinaceum semine subrotundo* » ; « *Milium arundinaceum semine plano et albo* ».

Breyne, 1689 : « *Milium indicum sacchariferum altissimum semine rotundo atro* » ; « *Milium indicum sacchariferum altissimum semine ferrugineo* ».

Sloane, 1696 : « *Milium indicum* ».

Morison, 1699 : « *Milium majus Sabaeum* », « *Milium majus arundinaceum plano alboque* ».

Tournefort, 1700 : « *Milium arundinaceum* ».

Sloane, 1707 : « *Milium indicum* ».

Micheli, 1729 : « *Sorghum* » (*nomen nudum*).

Linné, 1737 : « *Holcus glumis glabris* » ; « *Holcus glumis villosis*. »

Il est fort probable, d'après la description de Pline, que le *Sorgho* introduit de son temps était une variété sucrée. A cette époque on ne distinguait pas le grain des glumes, et le grain du *Sorgho* sucré est entièrement recouvert par les glumes noires.

D'un autre côté, il est probable qu'une forme sucrée fut introduite à une date très ancienne, les noms de « *Melica* » et « *Melega* » sont contemporains des noms plus spécifiques de « *Milium* » ou de « *Panicum* ». Entre le 1^{er} et le 17^{me} siècles, il a été très peu écrit sur ce sujet.

Avicenna, qui vivait au 10^e siècle, a cité une variété appelée par les Arabes « *hareoman* » orthographié sans doute pour « *hartoman* ».

Dans l'édition de 1542 de Crescenzi (l'original ayant été écrit vers 1300) il est question de « Sagina » ou « Melica ».

Auteurs du XVI^e siècle. — Pendant le xvi^e siècle beaucoup d'auteurs compétents décrivent la plante et ses applications, quelques-uns illustrent leurs écrits mais aucun ne reconnaît plus d'une variété.



Fig. 18. — Sorgho d'après Fuchs, 1542.

Bembo (1546), Venise (prose) dit : Il pane del grano non si fa miglio pane per mesclarvi la saggina. (Le pain de froment n'est pas rendu meilleur quand on y mêle de la « saggina ».) (Pl. 11, C.)

Fuchs (1542) et *Tragus* (1552) décrivent les mêmes plantes avec des panicules lourdes, compactes et dressées. Ce Sorgho paraît être voisin du « Sorgho sucré de l'Orange », comme aspect

général. C'est probablement la variété que *Linné* a nommée *Holcus sorghum*. C'est certainement aussi la plante décrite par *Arduino* en 1786 (fig. 20).

Dodoens (1553) éd. Anvers (fig. 18 *bis*), figure un sorgho à



Fig. 18 *bis*. — Sorgho d'après *Dodoens* (édition Anvers 1553).

panicule dense, ovoïde, à tige massive, voisin de la « *Sagina* », cultivé, en Toscane, de nos jours. (Pl. 11 fig. C).

L'Obel (1576) décrit une variété à panicules plus ouvertes et donne la première figure du Sorgho sucré chinois type.

Dodoens (1583) et *Parkenson* (1640) montrent la même figure (fig. 19). *Matthiöle* (1598) décrit une forme différente intermédiaire entre les deux autres, quant aux caractères de la panicule (fig. 20).

Tragus (1552) parle d'un fourrage sucré produit par le Sorgho. D'autres auteurs parlent de grains sucrés. Le mot sucré, qui ne peut s'appliquer aux grains, fait sans doute allusion à l'absence de principe amer ou astringent.

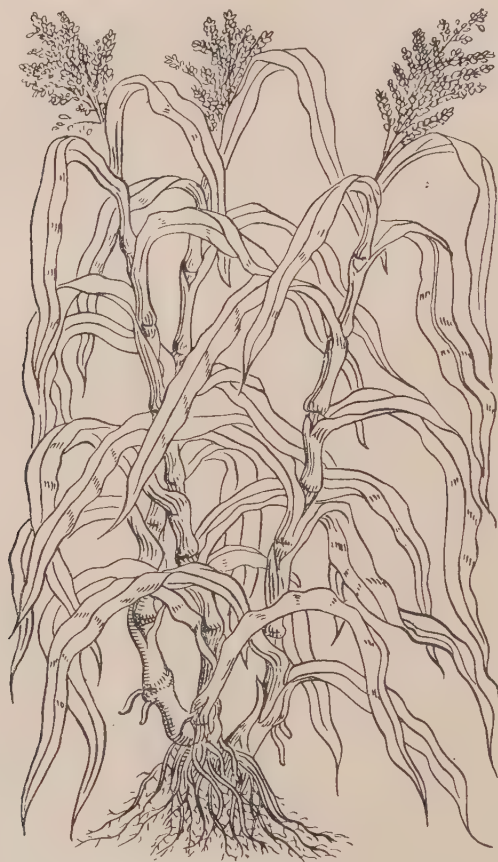


Fig. 19. — Sorgho d'après Dodoens, 1583.

Aucun de tous ces auteurs ne parle de jus sucré extrait des tiges ou de l'emploi du Sorgho comme source de matière sucrée.

Pourtant le poète Lucien, qui vivait au ^{II}^e siècle, lorsqu'il écrit : « Quique bibunt tenera dulces ab arundine succos » (certains boivent le suc doux du roseau tendre), semble bien parler du Sorgho, la Canne à sucre ayant été introduite en région méditerranéenne seulement par les Arabes.

Ceux qui décrivent la plante parlent de grains rouges ou rougeâtres et quelques auteurs citent des formes à grains de couleurs variées, du blanc au noir.

Cæsalpin (1583) établit que la seule forme avec épillets pourpres est la plante nommée communément « Sagina » ou « Melica », les autres formes étant des millets plus petits.

Auteurs du XVII^e siècle. — Les auteurs du XVII^e siècle commencent à différencier les Sorghos en variétés ou races basées particulièrement sur la couleur des grains. Bauhin (1623), sous



Fig. 20. — Millet indien (Sorgho), d'après Matthiole, 1598.

le titre général « *Milium eiusque species* », cite cinq variétés. Les deux premières : *Milium semine luteo vel albo* et *Milium semine nigro*, ne sont probablement pas des Sorghos ; les trois autres :

Milium sabaeum, *Milium arundinaceum subrotundo semine*, *Sorgho nominatum* et *Milium arundinaceum plano-alboque semine*, « *Sorgho simile granum*, *Hareomen Arabum*, *Bellonio* », sont presque certainement des variétés diverses du Sorgho.

La première de ces trois variétés n'est pas décrite ; mais comme son nom dérive de « Saba », aujourd'hui *Mareb*, ville du sud de l'Arabie, la première et la troisième peuvent être la même variété. La seconde est celle qui fut souvent cultivée dans le sud de l'Europe et que les premiers auteurs ont décrite et figurée. La troisième, d'après sa description et sa synonymie, est nettement le « douro » à grains blancs d'Arabie mentionné par *Avicenna*, *Rauwolf* et autres. Deux variétés sont distinguées ici, la forme européenne commune à grains rougeâtres, et une variété d'Arabie à grains blancs. La dernière est probablement une forme de douro blanc.

Parkinson (1640) décrit le Sorgho sous le titre *Melica sive sorghum*, *Indian Millet*. Il présente la même figure que *L'Obel* et plusieurs autres auteurs. Il ne pense évidemment qu'à une seule variété, la forme commune cultivée depuis longtemps. Il ne mentionne pas la variété blanche à grains aplatis.

Gaspar Bauhin (1658) décrit deux Sorghos, qu'il nomme *Milium arundinaceum* dans son *Pinax* (1623) ; toujours le Sorgho de l'Europe méridionale et le Sorgho à grains blancs d'Arabie. Ces Sorghos ont été introduits des Indes en Italie, en Espagne et çà et là. *Bauhin* disait alors que le Sorgho d'Europe n'était qu'une seule variété du *Milium indicum* de *Pline*. Son dessin est le même que celui qui fut publié par *Matthiolo* soixante ans auparavant (fig. 20). Les formes à grains blancs d'Arabie, Mésopotamie et Asie Mineure sont notées par lui comme ayant un chaume analogue à celui du Blé et de la Canne à sucre, haut de 9 à 12 pieds et rempli de jus sucré, couronné par une belle panicule blanche, dressée, de 6 pouces de long, contenant des grains plats et rugueux d'un blanc éblouissant. On trouve aujourd'hui dans ces mêmes régions un Douro blanc qui diffère de celui de *G. Bauhin* par ses panicules penchées et son absence de sucre dans les tiges. *Bauhin* ne parle pas de l'attitude de la panicule qu'il eût certainement décrite s'il

l'eût connue penchée, le fait est trop frappant pour qu'il ne l'ait pas aperçu. Il est fort possible que la variété penchée n'ait pas été connue en Europe, cette plante n'ayant pas été cultivée plus haut que la Sicile, en dehors de l'Asie Mineure. Si c'est le Sorgho de Bauhin qui a donné naissance au Douro blanc actuel, il a perdu sa qualité d'avoir un jus sucré dans sa tige.

On sait que certaines variétés à panicules denses et dressées à glumes et à grains clairs sont cultivées en Amérique pour le sucre.

On sait aussi que le Hassa-Kala, Sorgho sucré du Soudan, a des glumes blanches légèrement tachées de rouge.

J'ai trouvé, dans des plants de Sorgho sucré, des tiges non sucrées surmontées d'une panicule absolument semblable aux autres qui surmontaient des tiges sucrées.

On peut admettre que cette qualité ait pu se perdre par des hybridations mal surveillées.

Hermann (1687) présente les différentes formes de Sorgho de la façon suivante :

Milium indicum, arundinaceo cauli, granis flavescentibus.

Milium indicum, arundinaceo cauli, granis nigris.

Milium arundinaceum, subrotundo semine, Sorgo nominatum.

Milium arundinaceum, plano alboque semine.

Il décrit les deux premiers et cite simplement les deux derniers, d'après l'ouvrage de Bauhin.

Hermann semble penser que la seconde variété est le Sorgho indien de Pline.

Il le décrit comme ayant des grains noirs mais ne mentionne pas les glumes.

Dans ces descriptions, il parle de grains pâles et de grains noirs et brillants.

Comme le Sorgho n'a pas de grains noirs (*grana nigra lucida*), il est probable que ces deux variétés sont les mêmes et qu'il les a décrites sur des renseignements et non sur des observations propres.

Ray (1688) cite les deux variétés de G. Bauhin. Il omet le

Milium Sabaeum et reproduit beaucoup de notes de Bauhin à leur sujet.

Breyne (1689) présente le Sorgho comme « *Milium indicum sacchariferum altissimum* » et décrit deux formes ayant respectivement : « *Semine rotundo atro* » et « *Semine ferrugineo* ». Il est le premier auteur à donner à cette plante un nom se rapportant à sa qualité sucrée. On ne sait pas quelle variété il a eue entre les mains.

Sloane, dans son *Catalogue* (1696), donne une bibliographie et une synonymie importante de cette plante en réunissant les travaux de tous les auteurs précédents.

Morison (1699) place sous le titre général « *Milium* » deux sous-classes *Minus* avec les *Panicum*, *Majus* avec les Sorghos et sans doute aussi le Millet perle, Mil à chandelle, *Pennisetum typhoïdeum*, Rich.

Trois Sorghos sont identiques à ceux que G. Bauhin a cités dans son *Pinax* (1623).

À propos du Sorgho à grains blancs il note des observations importantes et nouvelles, la panicule pendante, mais n'en donne aucune figure.

Dans sa description du *Milium sabacum*, il n'est pas question de panicule pendante mais son croquis montre deux tiges, l'une portant une panicule dressée, l'autre une panicule pendante. Les deux variétés étaient arabes, il est possible qu'elles soient les mêmes. *C'est le premier auteur qui parle d'un Sorgho à panicule pendante.*

Auteurs du XVIII^e siècle. — Sloane (1707) donne une description du *Blé Guinée de Jamaïque*, « *Guinea Corn of Jamaica* » ; dans ce rapport il complète son *Catalogue* primitif par des citations d'auteurs ultérieurs. Il établit que cette variété de Sorgho est généralement cultivée dans cette île et qu'elle doit l'être également dans les autres Antilles. (Il semble que cette même variété soit encore cultivée de nos jours aux Antilles sous le même nom de *Blé de Guinée*, *Guinea Kafir*.) (Voir *Répartition géographique*, Antilles.)

Micheli (1729) propose le nom générique de *Sorghum* (nomen nudum), en divisant le genre *Milium* de Tournefort. Il ne décrit aucune espèce et n'indique pas quelles sont les plantes de Tournefort qu'il range dans ce genre.

Tournefort, en 1700, a simplement réuni le Sorgho avec le *Panicum miliaceum*, comme *Milium*, et cite sous ce nom tous les noms donnés par les deux Bauhin avec quelques noms nouveaux qui lui sont propres.

Linné (1737) ajoute les Sorghos à son genre *Holcus*. Il nomme la forme commune *Holcus glumis glabris* et la variété à grains blancs, ou Douro, variété d'Arabie, *Holcus glumis villosis*.

Comme nous allons le voir, *Linné*, dans ses *Species plantarum* (1753), inaugura le système binominal pour la classification des végétaux.

Période de Linné, 1753 à 1850. — Pendant cette période les botanistes décrivent les diverses formes de cette plante cultivée comme des espèces botaniques. Près de trente espèces sont nommées et environ soixante combinaisons binominales sont faites.

ESPÈCES DE LINNÉ ET DE FORSKAL. — *Linné*, en 1753, ajoute deux espèces de Sorghos à son genre *Holcus* : *Holcus sorghum* et *Holcus saccharatus*, auxquelles il joint les grandes espèces sauvages telles que : *Holcus halepensis*. Les espèces cultivées viennent toutes les deux des Indes.

Sous le nom d'*Holcus Sorghum*, décrit comme « glumis villosis seminibus aristatis », il place le Sorgho commun d'Europe des premiers auteurs, synonyme de son *Holcus glumis glabris* de 1737. Il ne mentionne pas les formes arabes à grains plats, bien qu'elles fassent partie de ces espèces. *Holcus saccharatus* est décrit comme : « glumis glabris seminibus muticis » en prenant comme base le *Milium*, le *Milium indicum sacchariferum altissimum seminibus ferrugineo* de Breyne. En 1763, dans la seconde édition, il le décrit comme ayant une panicule dressée subverticillée avec des rameaux largement ouverts ou légèrement pendants, par

opposition avec les petites panicules dressées et en forme d'œuf de l'*Holcus Sorghum*. Les deux espèces sont connues comme ayant des glumes velues, une glumelle inférieure hyaline bilobée avec une arête entre les lobes, et sont distinguées par les dimensions et les caractères de la panicule.

Dans son *Mantissa* (1771) il restreint le nom *Holcus Sorghum* à une variété ovoïde à glumes vertes et velues. Il ajoute les formes de Bauhin à grains blancs et aplatis comme synonyme.

Il admet alors que l'*Holcus saccharatus* type à panicule ouverte possède des glumes velues et des glumelles également velues. Il décrit une nouvelle espèce : *Holcus bicolor*, semblable à l'*Holcus Sorghum* avec des glumes noires glabres, des glumelles velues et des grains blancs sphériques. Il appelle son *Holcus glumis glabris* de 1757 *Holcus bicolor*. Cette nouvelle espèce venait de Perse. C'était probablement une variété des Indes importée en Perse ; une forme semblable existe encore aux Indes aujourd'hui. Il est peu probable que ce fut un Douro blanc d'Arabie dont les glumes sont pâles.

Forskal, 1775, ajoute deux espèces venues d'Egypte : *Holcus dochna* et *Holcus durra*. Les noms d'espèce dérivant du nom commun des variétés dans le pays, *Holcus dochna* est sans doute une forme sucrée ou semi-sucrée mais n'est pas identifiable. *Both Koernick* (1885, p. 310) et *Hackel* (1889, p. 509) placent tous les deux cette variété comme synonyme de *Saccharatus*.

Forskal ne la mentionne pas comme saccharine mais sa description s'accorde avec les formes sucrées. Son *Holcus durra* donne aujourd'hui, en Egypte, deux ou trois variétés de « Douro » : le « beda » à grains blancs et l'« ahmar » à grains bruns. *Forskal* lui attribue deux formes à grains blancs, l'une à glumes verdâtres, l'autre à glumes brunâtres. *Koernicke* (1885, p. 312) range dans la variété *Arduini* Gmel., les formes rougeâtres à grains bruns. Il proposa en 1887 le nom d'*egyptiacus* pour les formes à grains blancs. *Hackel* le suit dans cette voie en ne plaçant dans sa variété « *durra* » qu'une variété à grains jaunes, le « Safra ». Les trois formes : « beda », « safra » et « ahmar », à grains blancs, jaunes et bruns, sont encore communément cultivées en Egypte aujourd'hui.

d'hui. Elles sont pratiquement identiques et, sauf la couleur des grains, elles ne représentent qu'une seule variété botanique et non trois.

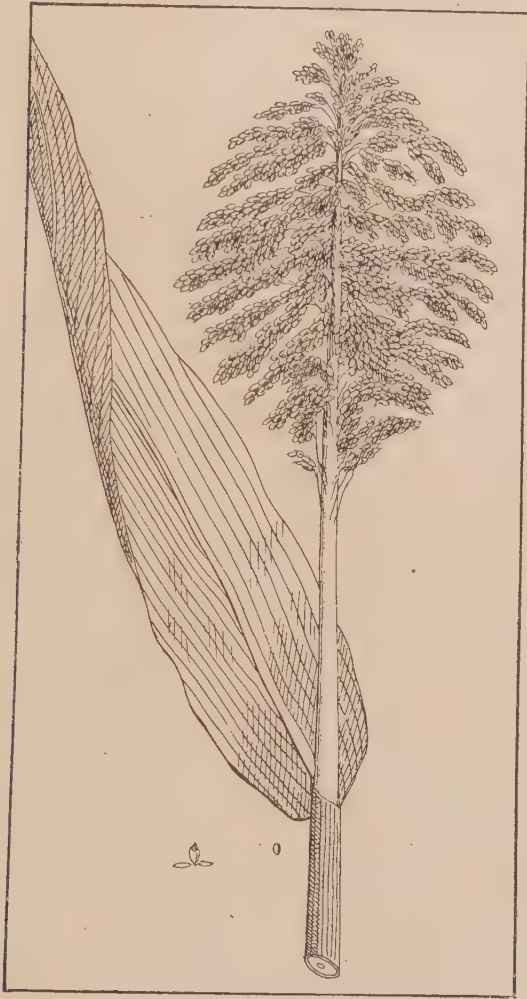


Fig. 21. — *Holcus niger*, d'après Arduino, 1786.

ESPÈCES D'ARDUINO. — En 1786, *Arduino* publie la description des six espèces de Sorghos. Trois sont considérées comme nouvelles, les trois autres sont celles que Linné a décrites.

Toutes les espèces sont parfaitement dessinées et les descrip-

tions sont plus exactes et complètes que celles des auteurs précédents.

L'ouvrage d'Arduino est présenté en 1780, mais ces expériences étaient connues déjà en 1775.

C'est le premier auteur qui ait cultivé et étudié dans les champs toutes les variétés qu'il pouvait obtenir.



Fig. 22. — *Holcus cafer*, d'après Arduino, 1786.

Les trois nouvelles espèces sont :

Holcus niger, *H. cafer* et *H. cernuus* (fig. 21, 22, 24).

Son *Holcus cafer* est le plus intéressant des trois. Il était d'importation récente en Italie, venant de Cafrerie (Natal), en Afrique du Sud, qu'Arduino décrit comme « une province immense d'Afrique » ; on ne sait pas comment il l'avait obtenu. La des-

cription et les figures montrent une variété à panicule en ombelle. Les longs rameaux lourds de grains s'écartent en forme d'ombelle (fig. 22). D'après Carleton R. Ball, 1910, il paraît identique à la variété du « Sorgho Planter » originaire du Natal, communément cultivée aux Etats-Unis. Arduino décrit cette



Fig. 23. — *Holcus sorghum*, *Holcus saccharatum*, d'après Arduino, 1786.

variété comme ayant 8 pieds et plus de hauteur, douze ou treize feuilles et une panicule comme une ombelle avec des rameaux pendants de 6 pouces de long. Les tiges sont lourdes et remplies d'un jus sucré, elles pèsent trois ou quatre fois plus que celles des formes ordinaires. Les tiges et feuilles restent vertes jusqu'aux gelées, même après la moisson des panicules. Les grains rougeâtres sont presque entièrement en dehors des petites glumes velues. C'est le *Sorghum Arduini* de Jacquin (*Eclog. Gram.*, pl. 18, 1791) ; la variété *Cafer* de Kœrnicke (1885, vol. I,

p. 307), qu'Hackel n'admet qu'avec un doute (1889, p. 519). Arduino croyait que son *Holcus niger* était le Sorgho noir de Pline et de Tournefort. Il le représente (fig. 21) avec une panicule dégagée largement ovale, un peu en pointe à la base et au sommet, loin d'être aussi lâche que la panicule de l'*Holcus sacchara-*

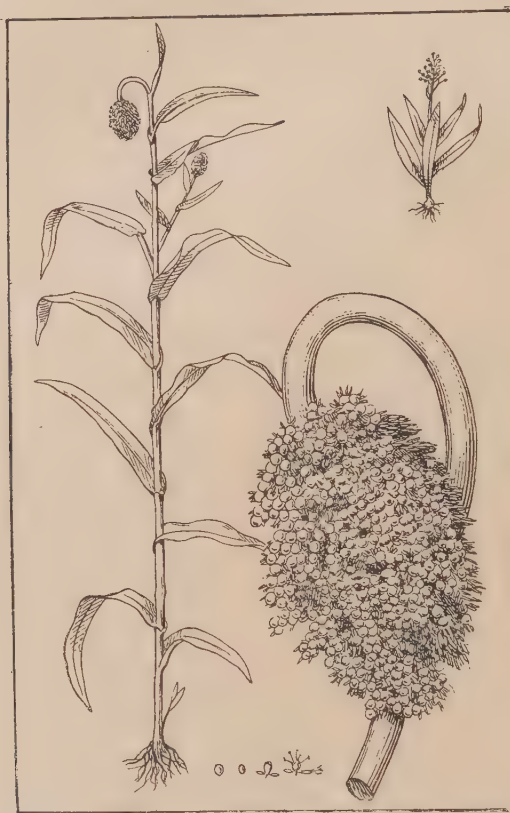


Fig. 24. — *Holcus cernuus*, d'après Arduino, 1786.

tus. Ce Sorgho se rapproche d'une des formes sucrées compactes et de l'« Omseana » de Wray.

L'*Holcus cernuus* (fig. 24) d'Arduino est le « Douro blanc », issu de la variété à grains blancs d'Arabie que les anciens auteurs ont aussi beaucoup discutée. Arduino est naturellement gêné par le fait que Linné a réuni cette forme à l'*Holcus sorghum* dans son *Mantissa* (1771).

Dans l'interprétation d'Arduino sur l'*Holcus Sorghum* (fig. 23) de Linné, il le décrit comme ayant 6 à 8 pieds de hauteur et un pouce de diamètre avec huit ou dix feuilles et une panicule dressée, ovale et compacte portant de nombreux grains teintés de rouge ou de jaune ; les uns inclus et les autres en partie sortis des glumes velues ou non. L'*Holcus saccharatus* (fig. 23) de Linné est décrit comme une canne longue et mince avec des feuilles élancées et peu nombreuses, une panicule lâche d'environ un pied de haut avec des rameaux pendants, des glumes velues ou glabres et des grains variant du jaune pâle au rouge foncé.

Il établit que ces trois espèces qui ont été longtemps cultivées en Italie, y furent de formes très variables. Il les nomme « ceux qui donnent des semences blondes ».

On fit des balais avec l'*Holcus sorghum*, et avec l'*Holcus saccharatus* on fit des plumeaux et des brosses.

Il attire l'attention sur la variabilité des espèces « *Holcus sorghum* » et « *Holcus saccharatus* ».

Il est probable que les formes décrites par Arduino sont d'importation, plutôt que celle dont parle Pline. Il est, d'autre part, certain que beaucoup de ces formes sont nées de variations ou de croisements qui se sont produits en Europe. Quelques années plus tard ces formes variables servirent de base à de nouvelles espèces pour les botanistes de cette époque.

NOMBREUSES ESPÈCES D'AUTEURS PLUS JEUNES. — Kœler (1802) tira son genre « Blumenbachia » du grand *Holcus halepensis*, mais le nom ne fut jamais appliqué aux plantes cultivées.

Brotéro (1804) transporta *Holcus sorghum* et *H. halepensis* dans le genre Andropogon.

Persoon (1805) prit le vieux nom générique de *Sorghum* proposé d'abord par Mitcheli et appela la plante cultivée *Sorghum vulgare*. Durant la première moitié du XIX^e siècle, beaucoup de formes cultivées furent décrites comme espèces nouvelles ; une trentaine : *albus*, *Arduini*, *besseri*, *bicolor*, *cafer*, *caffrorum*, *campanum*, *cernuum*, *commune*, *compactus*, *dochna*, *dora*, *Drummondii*, *duna*, *durra*, *dulcis*, *ferrugineus*, *nervosum*, *nigricans*, *niger*,

nigerrimus, *pyramidale*, *rubens*, *saccharatus*, *sorghum*, *subglabrescens*, *truchmenorum*, *usorum*, *versicolor* et *vulgare*. Certains de ces noms ont été employés dans les trois genres ; *Holcus*, *Andropogon* et *Sorghum*, quelques-uns dans deux et d'autres dans un seul. De telle façon qu'on peut rencontrer cinquante à soixante combinaisons à deux noms. La plupart de ces espèces sont très importantes.

Il est absolument impossible d'identifier ces espèces avec les maigres descriptions qu'on a ; particulièrement celles qui sont décrites dans les régions où les Sorghos sont abondants et variables.

En consultant les ouvrages des divers auteurs qui discutent une forme sous le même nom spécifique, on a la certitude qu'ils ne parlent pas toujours de la même plante.

Par exemple, le nom *bicolor* de Linné a été appliqué à la plupart des formes à grains blancs et à glumes noires. Dans le même ordre d'idées le nom *cernuus* d'Arduino fut employé pour toutes les formes à panicules pendantes, sans beaucoup tenir compte des autres caractères connus.

Période récente, de 1860 à nos jours. — Au milieu du siècle dernier l'idée d'espèce fut abandonnée pour les Sorghos cultivés. On les décrivit alors simplement comme des variétés horticoles ou botaniques.

Léonard Wray (1855) publie la description des variétés qu'il fit venir du Natal (*Revue coloniale*, décembre 1855).

Olcott (1857) publie également les descriptions sommaires des variétés importées par *Léonard Wray*.

Steward (1867) réimprime ces descriptions sans essayer de les classer.

Dumas (1906) publie la description de variétés des Sorghos du Soudan français. Il en rapproche seulement deux des variétés connues : *S. cernuum*, Sorgho penché ; *S. saccharatum*, Sorgho sucré.

Henri Jumelle (1912), décrit les grains de quinze variétés de Sorghos cultivés en Afrique occidentale. Il ne cite que les noms

indigènes. (Voir *Répartition géographique*, côte occidentale d'Afrique.)

Carleton R. Ball (1913), décrit vingt-sept variétés de Kaolians, qu'il rattache à l'*Andropogon sorghum* Brot., var. *saccharatus* Koern. et l'*Andropogon sorghum*, var. *vulgare* Hack.

Sir David Prain (1917), décrit trente-trois espèces de Sorghos d'Afrique, sauvages et cultivés.

A. Camus (1921), décrit huit espèces et variétés de Sorghos sauvages et cultivés de l'Indochine française.

Essais de classifications.

Pech, en 1865, publie une classification provisoire des quelques variétés sucrées connues par lui. *Collier*, en 1881, développe l'ébauche de *Pech* en insérant un certain nombre de variétés sucrées récemment obtenues ; la plupart étaient des races locales qui ne furent jamais cultivées en grand et ne sont pas identifiables maintenant

Les deux classifications furent faites sur une base naturelle et si elles étaient plus complètes et plus détaillées, elles seraient d'un bon usage, bien que représentant l'étude d'un nombre de formes limité et insuffisant.

Kærnicke (1885), le premier, présente un essai de classification des formes cultivées dans le monde. Il considère qu'elles appartiennent toutes à une seule espèce, l'*Andropogon sorghum* (L.) Brot., et les range en douze variétés groupées en deux sections, *effusus* et *contractus*, d'après la forme de la panicule.

La première section comprend cinq variétés :

Cafer Ard., *Technicus* Kcke, *Saccharatus* L., *Leucospermus* Kcke et *Niger* Ard.

Les deux premières variétés se distinguent par le fait que l'axe de la panicule est court.

La variété *Cafer* est le « Planteur » (Planter Sorghum des Etats-Unis), ou une variété très voisine, tandis que la variété *technicus* est le « Sorgho à balai ». Les trois dernières sont vraisemblablement toutes des Sorghos sucrés. La variété *sacchara-*

tus ressemble à « l'Ambré rouge », la variété *leucospermus* n'est pas déterminable et la variété *Niger* est probablement une des petites formes « d'Ambré compacte » comme le « Noir nain », « Black Dwarf ». Le *leucospermus* de Koernicke n'a pas de grains blancs mais bien des grains rouges. Ce qualificatif impropre est sans doute dû aux glumes pâles incomplètement mûres du sujet qui a servi de type.

La seconde section contient sept variétés. Les quatre premières :

usorum Nees, *Arduini* Gmel., *æthiops* Kcke et *bicolor* L., ont une panicule dressée et les trois dernières : *cernuus* Ard., *truchmenorum* Koch et *Neesii* Kcke, une panicule pendante.

Premier groupe à panicule dressée. — La variété *usorum* à panicule compacte et courte n'est identifiable avec aucune des nombreuses formes du Natal étudiées par Carleton R. Ball. La variété *Arduini* est probablement le Sorgho orange. La variété *æthiops* est peut être le Sorgho à panicule noire ovale cultivé encore aujourd'hui en Europe centrale. La variété *bicolor* n'est identifiable avec aucune des nombreuses formes similaires de l'Afrique et des Indes.

Deuxième groupe à panicule pendante. — La variété *cernuus* comprend le Douro blanc à tiges courtes et à panicules compactes, trouvé au Turkestan, où les Russes le nomment « Dzhu-gara ». La variété *neesii* est un Douro blanc à glumes noires de la région du Natal qui n'a pas été retrouvé dans les importations de grains de ce pays.

Hackel (1889) divise l'*Andropogon sorghum* en deux sous-espèces : *halepensis* et *sativus*.

Il groupe toutes les formes cultivées dans la seconde. La sous-espèce *sativus* correspond à l'*Andropogon sorghum* de la classification de Koernicke et au *Sorghum vulgare* de Persoon. Il la divise en neuf sections contenant un ensemble de trente-six variétés.

Ces neuf sections ou groupes sont bien séparées par des caractères tels que la forme comparative et la dimension des épillets,

la longueur et la largeur comparative des glumes et la relation de celles-ci avec les grains, la densité de la panicule, la position de ses rameaux, la couleur de ses grains, la présence et la longueur de l'arête. Il ne parle pas de la hauteur, ni des dimensions des chaumes, du caractère du jus, du nombre et des dimensions des feuilles, de la longueur comparative des entre-nœuds et des gaines, non plus que du but pour lequel les variétés sont cultivées.

En Egypte, les agents agricoles anglais ont étudié très soigneusement les variétés indigènes, d'ailleurs peu nombreuses.

En Afrique occidentale quelques coloniaux ont publié de simples notes sur les principales variétés de leur région.

Schumann (1895), *Busse* et *Pilger* (1902) et *Pilger* (1904) ont décrit au point de vue botanique un grand nombre d'espèces de l'Est-Africain et du Togo. Leurs descriptions sont basées sur des panicules sèches. Sans les caractères de culture et l'épreuve de deux ou trois saisons d'étude dans les champs, ces publications n'ont pas grande valeur pour l'agronome.

Dumas (1906) donne une étude agricole industrielle et économique de huit variétés de Sorgho cultivées au Soudan français.

F. Heim, *Husson* et *E. Fernbach* (1919) publient une étude technologique de Sorghos de l'Afrique occidentale française.

En Afrique du Nord, *Trabut* (1916) publie une note sur le « Sorgho menu ». Il rapproche cette espèce du « Doukno » (Sorgho d'Alep) et du Mez'ra (*Sorghum halepense annuum*).

Dans leurs ouvrages classiques, *Gustave Heuzé* (1899), *Jean Dybowski* (1902), *Capus* et *Bois* (1912), parlent des Sorghos, ces derniers auteurs en donnent une classification simple des principaux groupes cités plus haut, p. 11.

Aux Indes un effort a été fait pour décrire et classer les nombreuses formes de cet immense pays. *Hooker* (1897) donne un tableau synoptique des variétés des Indes déjà esquissées par *Hackel* et *Stapf*. Le rapporteur des *Produits économiques des Indes*, *M. J.-H. Burkill*, a travaillé plusieurs années cette question. Un tableau synoptique d'une partie de ses esquisses de classification fut publié par *Benson* et *Subba-Rao* en 1906 avec d'importantes additions apportées par eux-mêmes.

Pour les variétés de la Présidence de Madras, dans le sud de la Péninsule, ces derniers auteurs ont fait une classification provisoire qui a le mérite de rendre compte des caractères agronomiques des plantes. On a maintenant tendance à compléter le nom du *Sorghum vulgare* par un ou plusieurs autres qualificatifs qui s'appliquent aux différentes variétés. On en compte environ une centaine.

Carleton R. Ball (1913) dans le bulletin n° 253, *Bureau of plant industry*, U. S., Départ of Agriculture, The Kaoliangs a new group of grain sorghums, décrit vingt-sept variétés de Kaoliangs d'Extrême-Orient qu'il rattache à l'*Andropogon sorghum* Brot., var. *saccharatus*, Koern, à l'*Andropogon sorghum* Brot., var. *obovatus* Hack. et à l'*Andropogon sorghum* Brot., var. *vulgare* Hack.

Il en donne une classification.

Sir David Prain, dans sa « Flora of Tropical Africa », 1917, divise les Sorghos sauvages et cultivés d'Afrique en trente-trois espèces. Tout en signalant les anciens noms, il adopte le genre *Sorghum* et les espèces de Stapf., auteur du chapitre :

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>S. virgatum.</i> | 2. <i>S. lanceolatum.</i> |
| 3. <i>S. sudanense.</i> | 4. <i>S. arundinaceum.</i> |
| 5. <i>S. vogelianum.</i> | 6. <i>S. verticilliflorum.</i> |
| 7. <i>S. ellioti.</i> | 8. <i>S. abyssinicum.</i> |
| 9. <i>S.</i> | 10. <i>S. panicoides.</i> |
| 11. <i>S. aterrimum.</i> | 12. <i>S.</i> |
| 13. <i>S. guineense.</i> | 14. <i>S. margaritiflorum.</i> |
| 15. <i>S. Roxburghii.</i> | 16. <i>S.</i> |
| 17. <i>S. durra.</i> | 18. <i>S.</i> |
| 19. <i>S. caudatum.</i> | 20. <i>S. papyrescens.</i> |
| 21. <i>S. melaleucum.</i> | 22. <i>S. ankolib.</i> |
| 23. <i>S. cernuum.</i> | 24. <i>S.</i> |
| 25. <i>S.</i> | 26. <i>S.</i> |
| 27. <i>S. dimidiatum.</i> | 28. <i>S. trichopus.</i> |
| 29. <i>S. micratherum.</i> | 30. <i>S. rigidifolium.</i> |
| 31. <i>S. pogonostachyum.</i> | 32. <i>S. bipinnatum.</i> |
| | 33. <i>S. incompletum.</i> |

auxquelles il ajoute :

- | | |
|---|--|
| 9. <i>S. æthiopicum</i> , Rup. et Hack. | 12. <i>S. Drummondii</i> , Nees. et Stard. |
| 16. <i>S. bicolor</i> , Mench. | 18. <i>S. caffrorum</i> , Beauv. |

- | | |
|--|---|
| 23. <i>S. cernuum</i> , Host. | 24. <i>S. subglabrescens</i> , Schweinf. et Axlen. |
| 25. <i>S. versicolor</i> , J.-N. Anderson. | 26. <i>S. purpureo sericeum</i> , Asschers et Schweinf. |

Les herbes sauvages sont classées de 1 à 10.

A. Camus, dans les Graminées de la *Flore de l'Indochine française* (1921), décrit les *S. affine* A. Cam., *S. Mekongense* A. Cam., *S. Roxburghii* Stapf., var. *semiclausum* Stapf., var. *Hians* Stapf., *S. serratum* Stapf., var. *genuinum* A. Cam., var. *nitidum* A. Cam.

Une classification d'une plante cultivée devrait tenir compte des caractères ou conditions de vie de la plante entière, et non pas seulement des panicules : hauteur, dimensions, couleur des tiges, longueur comparative des entre-nœuds et des gaines, dimensions, couleur des feuilles, longueur, force et mode d'insertion sur l'axe, nombre de rameaux de la panicule et de rejets au pied, sont des éléments intéressants pour la classification des variétés. De même que la précocité comparative, la résistance à la sécheresse ou au froid. On doit d'abord définir les principaux groupes naturels dont les études botaniques ont montré l'existence, même si ces groupes ne peuvent pas être bien séparés par un seul caractère. Une fois cela fait, les variétés, dans chaque groupe, sont distinguées par les caractères naturels les plus apparents. En suivant cette méthode on peut espérer obtenir un système de classification dont on a tant besoin pour la variété de nos céréales, variables à l'infini, qui sont disséminées et cultivées par le monde.

Classification des Sorghos cultivés d'après Carleton R. Ball.

I. MOELLE JUTEUSE.

A. Jus abondant et très sucré.

1. Entre-nœuds allongés, gaine à peine entr'ouverte, feuilles 12 à 15 (excepté dans les variétés *Amber* qui en ont moins), épillets de forme elliptique ovale ou presque ovale de 2 mm. 5 à 3 mm. 5 de large, grains bruns ou rougeâtres. *Sorgho sucré*.

B. Jus peu abondant, légèrement sucré, plutôt acide.

1. Entre-nœuds courts, gaine fortement entr'ouverte, feuilles 12 à 15, tige dressée, panicules cylindriques, épillets ovoïdes de 3 à 4 millimètres de large, glumes sans poils. *Kafir.*

2. Entre-nœuds moyens, gaine à peine ouverte, feuilles 8 à 11, haut de la tige le plus souvent incliné ou recourbé, panicule ovoïde, épillets largement ovales de 4 mm. 5 à 6 millimètres de large, glumes velues. *Miló.*

II. MOELLE SÈCHE.

A. Panicule lâche de 0 m. 25 à 0 m. 70 de long, tige dressée, épillets elliptiques ovales ou presque ovales de 2 mm. 5 à 3 mm. 5 de large, glumes velues.

1. Panicule de 0 m. 40 à 0 m. 70 de long, axe de la panicule n'atteignant pas un cinquième de la panicule.

a) Panicule en ombelle, rameaux très allongés, courbes et pendants sous le poids des grains à maturité, grains rougeâtres, enfermés dans les glumes. *Sorgho à balai.*

2. Panicule conique à rameaux fortement penchés, les glumes s'ouvrent à maturité, grains blancs ou un peu jaunes. *Shallu.*

b) Panicule ovale ou presque ovale, à rameaux lâches, les glumes recouvrent les grains à maturité, grains blancs, bruns ou rougeâtres. *Kowliang.*

B. Panicule compacte de 0 m. 10 à 0 m. 25 de long, haut des tiges droit ou recourbé, axe dépassant les deux tiers de la longueur de la panicule.

1. Epillet elliptique, ovale ou presque ovale, de 2 mm. 5 à 3 mm. 5 de large, glumes poilues. *Kowliang.*

2. Epillets largement ovales de 4 mm. 5 à 6 millimètres de large.

a) Glumes grises ou verdâtres, très velues, sans protubérance.
Grain fortement aplati. *Durra.*

b) Glumes très brunes ou noires avec protubérance transversale et quelques poils.
Grain légèrement aplati. *Milo.*

Cette classification, tout en ayant la qualité de diviser les Sorghos en moelle sèche et moelle juteuse, a le gros inconvénient de classer en bloc tous les Sorghos sucrés qui présentent, on peut dire, tous les types de Sorghos non sucrés.

Le *S. Planteur* est la variété *Cafer* (l'*Holcus Cafer* d'Arduino), aux rameaux en ombelle corymbiforme, insérés comme ceux du Sorgho à balai, mais bien plus courts et bien plus riches en grains.

On trouve dans ces variétés sucrées des formes à panicules ovoïdes serrées comme les *Mils* ou les *Douros*, dont le haut de la tige est droit, penché ou recourbé en crosse.

Une seule variété se sépare nettement des autres, c'est le *S. sucré type* qui fut importé de Chine. Il a donné naissance au groupe des *Amber*. C'est lui qui se rapproche le plus de *S. d'Alep*, du *S. de Forskal* et des Sorghos sauvages de A. Chevalier et autres auteurs cités plus loin.

Toutes les autres formes sucrées sont originaires d'Afrique du Sud et se rapprochent plus des Sorghos africains à moelle sèche que du Sorgho sucré proprement dit. Une confusion possible peut naître, c'est pourquoi nous avons nettement séparé entre elles les diverses variétés sucrées, les classant avec leur groupe morphologique, en signalant leur qualité d'avoir une moelle juteuse et sucrée.

La grosseur des tiges et la longueur des entre-nœuds sont variables avec l'humidité et la fertilité du sol.

L'examen de la gaine des feuilles peut aussi permettre de classer les Kafir qui ont une gaine fortement entr'ouverte, mais la forme de la panicule, à elle seule, permet de les reconnaître et il est entendu que, même pour fourrage et conservation en silo, on



Fig. 24 bis. — Sorgho d'Alep. *Sorghum halepense* (Pers.).

ne récolte pas le Sorgho avant, au plus tôt, maturité complète des grains.

On peut diviser le genre *Sorghum* en deux espèces :

1^{re} Plante vivace sauvage à souche rampante stolonifère ; panicule allongée pyramidale ; axe et rameaux glabres ; épillets fertiles oblongs lancéolés, les stériles lancéolés ; caryopses ovales oblongs.

S. halepense et ses variétés annuelles.

2^e Plante annuelle cultivée sous nos climats, à racine fibreuse sans stolons ; panicule ovale, oblongue ou corymbiforme, à axe et à rameaux pubescents ; épillet fertile ovale ou elliptique ; les stériles oblongs lancéolés ; caryopse suborbiculaire.

S. vulgare et ses variétés (Pers.). (Voir chap *Fourrage*.)

Le *Sorghum vulgare* Pers., auquel se rattachent toutes les variétés cultivées, dérive du *Sorghum halepense* (Pers.) Il existe des intermédiaires entre ce dernier et le Sorgho sucré. Le *Sorghum halepense aethiopicum* en est un, de même que le « Sudan grass » des Américains et le « Sorgho sauvage » trouvé au Soudan par Chevalier. Entre le Sorgho sucré, le Sorgho à balai à panicules diffuses et les autres Sorghos, il existe tous les intermédiaires. Ces Sorghos s'hybrident naturellement avec plus ou moins de facilité. Les auteurs en ont fait des quantités d'espèces qu'il faut transformer en variétés et encore grouper les principaux types, qui sont eux-mêmes tellement variables, que les variétés primitives n'existent plus aux Etats-Unis.

Essai de classification rationnelle des Sorghos cultivés.

PANICULE LACHE.

Axe de la panicule	Court	{ Panicule en corymbe à rameaux très allongés 0 m. 40 à 0 m. 70, le plus souvent recourbés tous du même côté à maturité, grains brun clair, rougeâtres, enfermés dans les glumes moelle sèche.
		<i>Sorgho à balai.</i>

Axe de la panicule	Court	Rameaux en corymbe, d'environ 15 cm. lourds de grains, moelle juteuse sucrée. <i>Planter, Holcus cafer d'Arduino, Mil en parasol.</i>
	Long	a) Panicule de 0 m. 25 à 0 m. 40 de long, d'abord conique, puis, axe incurvé; à maturité, rameaux fortement penchés, le plus souvent tous du même côté. Les glumes jaune paille clair s'ouvrent à maturité. Grains blancs ou un peu jaunes, <i>moelle sèche</i> . Avant la maturité, panicule lâche rappelant beaucoup celle du Sorgho sucré. <i>Shallu Ampemby.</i>
		b) Panicule ovale, rameaux plus ou moins ouverts, glumes noires, brunes, brun clair ou rougeâtres recouvrant le grain à maturité, grain blanc, brun ou rougeâtre, <i>moelle sèche</i> . <i>Kaolian.</i>
		c) Panicule légère, souvent peu fournie, à rameaux diffus, s'écartant largement sous le poids des grains à maturité, ayant alors une forme générale conique ou largement ovale, grains bruns ou rougeâtres enfermés dans les glumes noires, brunes ou rougeâtres. Moelle très juteuse ou sucrée. <i>S. sucré type.</i>

PANICULE COMPACTE.

Axe de la panicule	I. Panicule ovoïde de 0 m. 10 à 0 m. 25 de long, haut des tiges droit ou recourbé.	
	Long	a) Épillet elliptique, ovale ou presque ovale de 2 mm. 5 à 3 mm. 5 de large, glumes poilues noires, brunes, jaunâtres ou rouges laissant plus ou moins voir le grain, <i>moelle sèche</i> . <i>Kaolian.</i>
		b) Épillets largement ovale, de 4 mm. 5 à 6 millimètres de large, grain fortement aplati, dépassant les glumes blanchâtres, grises ou verdâtres très velues, sans protubérance, <i>moelle sèche</i> . <i>Douro, Durra ou Dari.</i>
		c) Épillets largement ovale de 4 mm. 5 à 6 millimètres de large, grain légèrement aplati, dépassant les glumes très brunes ou noires, avec protubérance transversale et quelques poils. Certaines variétés sont juteuses ou sucrées. <i>Mil, Milo.</i>

II. Panicule de forme générale cylindrique.

d) Panicule de forme générale cylindrique, allongée, de 18 à 30 cm. de long et plus, tige dressée, épillet de 3 à 4 millimètres de large, glumes sans poils, tige peu juteuse contenant un jus acide ou légèrement sucré.

Kafir.

Axe de la panicule Long

e) Panicule de forme générale cylindrique, dense, de 18 à 20 cm. de long environ, glumes généralement brun foncé, tige juteuse, jus sucré.

S. Sumac.

f) Panicule de forme générale cylindrique de 18 à 20 cm. de long environ, mais à rameaux plus lâches, tige juteuse, jus sucré.

S. Orange.

Tous ces types sont représentés dans les figures.

Un caractère comme la courbure en crosse du haut des tiges ne doit pas entrer en ligne de compte. On sait que des champs de « Sorgho penché » renferment toujours des plants à tiges droites dont les fleurs et les grains ont les mêmes caractères que ceux des individus penchés.

Ces tiges en crosse existent aussi dans certaines variétés sucrées. On est arrivé par sélection à supprimer complètement ce caractère.

Le fait de semer dru peut empêcher les tiges de se courber. J'ai fait cette observation sur le « Douro ».

Les tiges plus ou moins juteuses sont intéressantes mais ne peuvent donner un caractère absolu de classification. Le même Sorgho cultivé en terrain sec ou assez humide pourra donner une moelle sèche ici et une moelle juteuse là, avec les mêmes caractères botaniques. On pourrait multiplier à l'infini les descriptions de ces variétés plus ou moins fixées.

Je trouve qu'il est préférable, pour simplifier la question, de grouper toutes ces variétés autour de chefs de files qui sont, à vrai dire, peu nombreux. C'est ce que j'ai voulu essayer de faire.

Comme, d'autre part, le cadre de ce travail est restreint, j'ai pris comme type le « Sorgho sucré » et c'est seulement celui-là

que j'ai décrit, les autres n'en diffèrent que par des caractères secondaires indiqués au cours de l'ouvrage.

RÉSUMÉ.

Histoire du Sorgho. — Tous les Sorghos cultivés paraissent issus de l'espèce méditerranéenne *Sorghum halepense* Pers. et de ses variétés sauvages annuelles qu'on trouve aussi bien en Asie qu'en Afrique (Trabut, A. Chevalier, Carleton R. Ball, H.-N. Vinnall, E. Benton Rotgeb, R.-E. Getty, D. Prain, A. Camus).

Les nombreuses variétés d'Afrique et des Indes, les deux grandes régions de culture du Sorgho, paraissent avoir une origine indépendante. Cependant les Sorghos sauvages trouvés au Soudan et en Afrique tropicale par A. Chevalier et l'autre Sorgho poussant naturellement dans l'île San Antonio du cap Vert, cité par de Candolle, font pencher pour une origine africaine.

Malgré ce qu'ont pu écrire certains auteurs, nous n'avons aucune preuve que le Sorgho ait été cultivé dans l'Égypte ancienne. Les figures prises pour telles sont bien plutôt du Lin que du Sorgho. L'arrachage des tiges de Sorgho paraissant invraisemblable chez un peuple qui fauchait le blé très haut, près de l'épi, et négligeait les chaumes.

En Mésopotamie, il semble que les bas-reliefs du palais de Sennecharib de l'Ancienne Ninive, début du ^{vii}^e siècle avant notre ère, représentent le Mil à chandelles Millet perle ou Mil en massue et les Sorghos ?

Nous aurions là les premiers documents figurés sur la culture de ces intéressantes Graminées et nous pourrions admettre que la culture du Sorgho comme aliment de l'homme était déjà pratiquée à l'aube de l'époque historique.

Les formes variées du Sorgho se trouvent abondamment réparties en Asie (Inde et Chine) ainsi que dans tout le continent africain.

Elles sont moins nombreuses en Europe, dans les Amériques et en Océanie, où elles sont d'importation récente pour la plupart.

Histoire botanique et classification. — Le Sorgho que les Hébreux appelaient דקח, Dokhan, et les Grecs κέγχρος (Kegnchros), μελίνη (mélinê), ἔλυμος (élumos) fut d'abord connu en Europe sous le nom de *Milium indicum* ou Millet indien à cause de son origine. De nombreux noms dérivés de celui-là lui furent appliqués plus tard.

Le nom commun *Sorghum* ou Sorgho dérive du mot latin « Surgo » qui signifie monter, s'élever, à cause de la hauteur du Sorgho comparée à celle des autres céréales. Durant les xvi^e, xvii^e et xviii^e siècles, les formes européennes furent nommées et décrites, quelques fois avec des figures, par les botanistes antérieurs à Linné.

Le premier nom à deux termes : *Holcus sorghum*, Linné, date de 1753.

Au milieu du xix^e siècle, trente espèces botaniques ont été décrites venant de formes cultivées, et on fit environ soixante combinaisons de deux noms. Une partie seulement de ces espèces peuvent être identifiées avec les formes actuelles.

Déjà, vers 1850, les formes diverses de Sorgho cultivé ont été regardées comme des variétés botaniques ou horticoles. Des descriptions ont été faites sur les caractères tirés des panicules et des grains sans tenir compte des autres caractères de la plante. Depuis 1850, plusieurs classifications plus ou moins complètes ont été publiées. Aucune n'est vraiment satisfaisante. Mais une classification de plantes cultivées, contenant autant de formes variées que le Sorgho, est bien difficile à faire. Il faudrait tenir compte, pour être utile, non seulement de la forme de la panicule et des caractères des grains, mais encore du nombre des feuilles, de la taille, de la couleur de la plante, de son aptitude à donner plusieurs tiges, et de sa résistance à la sécheresse ou à la gelée. Une classification semblable demande des années de recherches sur place, je regrette de n'avoir pas eu les moyens de la faire.

CHAPITRE IV

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Originaires des régions chaudes de l'ancien monde, les Sorghos poussent maintenant dans toute la zone inter-tropicale et jusque dans les zones tempérées des deux hémisphères, en général entre les 40^e parallèles nord et sud. Aux Etats-Unis et en Mandchourie on cultive le Sorgho jusqu'au 45^e parallèle. En France j'ai récolté du Sorgho sucré ambré hâtif de Minnesota mûr dans le nord du Loir-et-Cher par le 48^o parallèle et aux environs de Paris qui se trouvent au 49^o parallèle. On l'a même cultivé dans le nord de la France. J'ai également récolté du Douro blanc, du White milo, Mil blanc, du Pink Kafir, Kafir rose, du Dawn Kafir, Kafir aurore, dans les mêmes localités.

Les deux grands régions de culture du Sorgho pour l'alimentation humaine sont l'Afrique et l'Inde. Dans ces deux pays une population considérable se nourrit avec le grain farineux des Sorghos et on peut dire que sans cette plante des immensités semi-désertiques des deux continents seraient inhabitables.

Pour la plupart des tribus des pays secs et chauds, c'est l'aliment végétal le plus important. Les grains de Sorgho sont aussi souvent employés par ces peuplades pour la fabrication de boissons fermentées, sortes de bières analogues à la « cervoise » que nos aïeux préparaient avec l'Orge.

Le fait que les Sorghos existent partout dans ces pays, que partout les indigènes, si primitifs soient-ils, en connaissent la cul-

ture et les usages alimentaires, que les Sorghos présentent une énorme richesse de variétés et de formes, prouve l'origine très ancienne de cette plante.

Une telle diversité de formes chez une plante cultivée par des peuples primitifs doit avoir mis bien des siècles à se créer. En Afrique occidentale française, les femmes des tribus, qui, le plus souvent, travaillent la terre, deviennent très expertes dans la distinction exacte des variétés. C'est une connaissance à laquelle les hommes arrivent rarement. Leurs méthodes de culture sont peu développées, mais à travers les siècles, la sagesse des agriculteurs s'enrichit d'observations utiles sur sa culture, sa récolte et ses usages : sols et saisons, distances propres pour la plantation de chacune des nombreuses variétés, détails des moissons, soins à donner aux grains et enfin préparation des différents mets au Sorgho.

Ce sont les vieux des tribus qui gardent précieusement toutes ces traditions.

Parmi les nombreuses variétés cultivées en Afrique, quelques-unes seulement ont été acclimatées ailleurs. Les *Sorghos sucrés* et les Sorghos à grain de l'*Afrique du Sud*, le *Kafir* ou blé Cafre, l'*Orange* et leurs hybrides ont été introduits en France et aux Etats-Unis. Pendant la guerre, les expériences faites dans le Roussillon ont donné des résultats très encourageants et des essais personnels ont prouvé que la culture du Sorgho sucré hâtif de Minnesota, obtenu par sélection à partir du Sorgho sucré type introduit de Chine en France par M. de Montigny et de plusieurs autres Sorghos, peut être tentée avec succès jusque dans la région parisienne. Une revue des différentes régions du globe où poussent les Sorghos nous prouvera d'ailleurs la facilité de son acclimatation dans les pays les plus divers.

AFRIQUE DU SUD.

Natal. — On y cultive le Sorgho pour le sucre qu'on en extrait en pressant les tiges.

C'est du Natal que les Sorghos furent introduits en Europe et

en Amérique. C'est de là qu'Arduino obtint son *Holcus Cafer*, en 1775.

C'est aussi du Natal que Wray rapporta en 1853 les seize variétés saccharines d'où sont issus la plupart des Sorghos cultivés en Europe et aux Etats-Unis.

Le groupe du *Kafir* est probablement originaire du Natal, bien qu'il fût d'abord importé de l'*Orange*. On trouve au Natal des formes semblables. On y rencontre aussi un certain nombre d'autres formes qui varient surtout quant à la dimension de la panicule, la dimension et la couleur des grains et des glumes.

Quelques formes du groupe *Roxburghii* ou *Shallu* y sont parfois cultivées, elles y sont introduites de Madagascar, des régions au Nord du Zambèse ou de l'Inde.

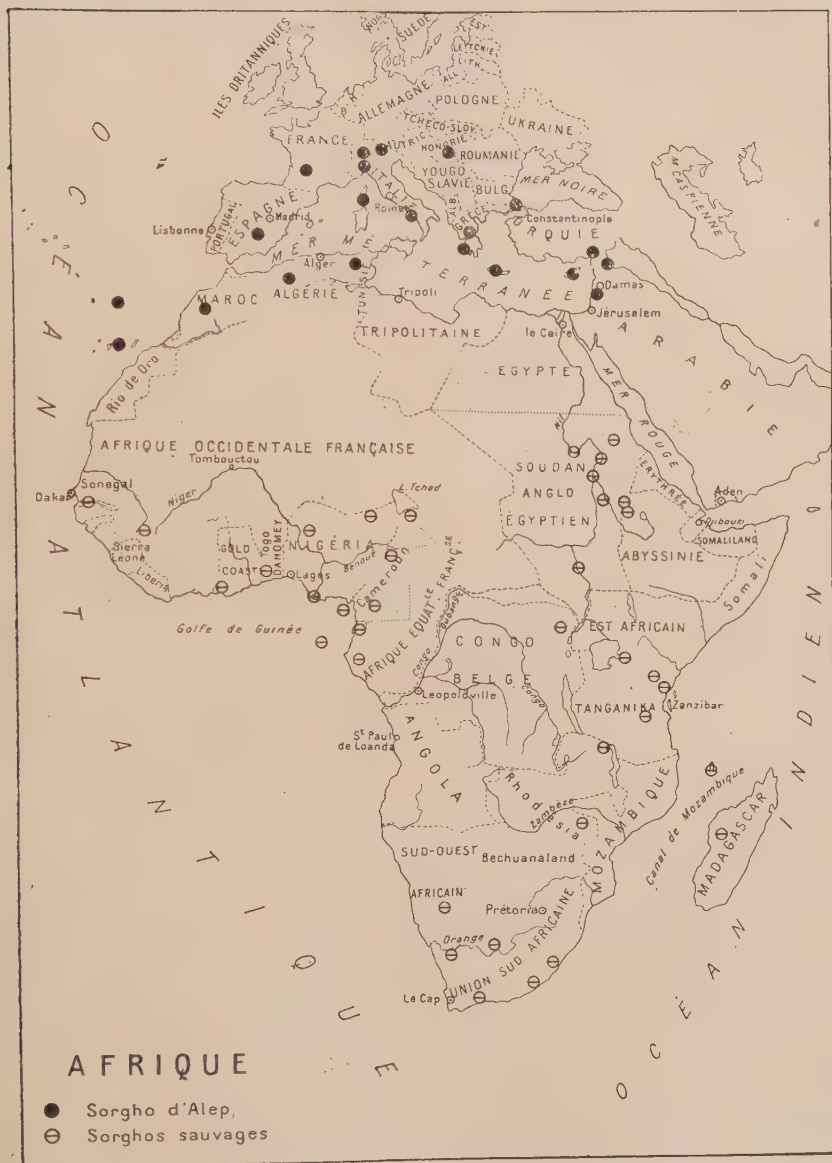
Colonie de l'Orange. — C'est de l'Orange que le Kafir (*S. Caffrorum* Beauv.) fut importé voici une quarantaine d'années. En Amérique cette importation a donné naissance à trois variétés : blanche, glumes noires, et rouge. Ces deux dernières variétés font l'objet d'une culture importante aux Etats-Unis. Il existe dans ce pays de nombreuses formes voisines des trois principales.

Le mot « Kafir » est d'origine arabe. Il a été appliqué, non seulement aux Cafres mais encore à une foule de populations non musulmanes, par les Arabes, qui traitent volontiers de « Kafir » *infidèles*, les peuples qui ne pratiquent pas l'Islamisme. D'où « Kafir Corn », « blé des Cafres » et par abréviation « Kafir ».

Les Matébélés, qui sont des Cafres, fabriquent avec les grains de Sorghos une bière très agréable, « la tialva », analogue au « dolo » du Soudan. Ils en font une importante consommation.

La fabrication de cette bière, obtenue par maltage des grains de Sorgho, a été étudiée par le Dr Loir, 1903-1906. Elle lui a permis de guérir des mineurs atteints du bérubéri. (Voir ch. Bière).

Transwaal et Rhodésie. — On trouve dans cette région quelques formes de Kafir (*S. caffrorum* Beauv.). H.-N. Vinall et R.-E. Getty, 1921, signalent un Sorgho sauvage, le Tabucky grass (*Andropogon, Sorghum verticillatum* Stendel) (Piper), assez



semblable comme port au Kamerun grass (pl. 9, fig. 13) et au Sorgho d'Alep (fig. 24 *bis*). Il atteint 2 à 3 mètres de haut, sa panicule est haute et largement étalée, sa tige, pourvue de huit à dix feuilles, est de la grosseur d'un crayon.

Cette plante, qui paraît indigène dans cette région, habite toute l'Afrique orientale et l'Afrique du Sud, du Mont Kilimandjaro au Cap. On l'a trouvée également dans les îles de l'Océan indien.

On est peu documenté sur le reste de l'Afrique du Sud (voir Congo belge, Katanga, Afrique équatoriale).

Madagascar produit des Sorghos que les indigènes appellent « Apemby » ou Ampemby, variété bien feuillée avec des panicules dégagées et ouvertes portant des grains blancs ou brun rougâtre.

Les panicules varient beaucoup comme forme, les unes sont oblongues ou ovales très serrées, d'autres sont courtes et formées en éventail tandis que certaines sont plus allongées. Les brins de la panicule sont toujours longs et frêles, rameux et souvent penchés. Les épillets sont frêles, pointus, fortement velus. Ces formes appartiennent à la variété *Roxburghii* de Hackel ainsi que les Shallus des Indes et quelques-unes des formes de la Côte de Guinée. Toutes ces variétés sont très tardives.

D'après des renseignements qui m'ont été communiqués par M. Fauchère, directeur de l'Agriculture à Madagascar, l'Ampemby, qu'on trouve un peu dans le Centre, est surtout la céréale de l'Extrême-Sud et du Sud-Ouest de notre grande île. Cette région est caractérisée par un climat extrêmement sec à végétation xérophylle.

On le cultive aussi en petite quantité à Nossi-Bé.

Des observations publiées par Deslandes et Duchesne, dans l'*Agriculture pratique des pays chauds*, en 1903, montrent qu'un semis exécuté le 12 septembre dans la région de Tamatave, à raison de 8 kilogrammes de grains à l'hectare, atteignait en janvier une taille de 6 mètres, leurs panicules apparaissaient en avril. La floraison était générale dans les premiers jours de mai, et la récolte eut lieu seulement en fin juin, juillet. Les auteurs ajoutent

que les oiseaux, perruches et cardinaux, sont très friands des grains de l'Ampemby et que leur voracité les a forcés à récolter au fur et à mesure de la maturité. Ils estiment les pertes subies à environ le quart de la récolte totale. Malgré cela cet essai a rapporté 1.120 kilogrammes de grains nettoyés et décortiqués à l'hectare. Ils parlent de trois coupes d'un fourrage estimé. Ils ajoutent pour les grains que les volailles en sont friandes, les chevaux s'en accommodent bien et que les indigènes les consomment volontiers après cuisson dans l'eau.

Cette variété est très tardive, son évolution se fait en 11 mois, fin août à fin juillet de l'année suivante. Nous sommes loin des Sorghos hâtifs améliorés qui sont bien plus intéressants. Cependant Fauchère, dans *l'Agriculture pratique des pays chauds*, juillet-décembre 1904, p. 99, a récolté l'Ampemby après 185 jours de végétation en terre peu fertile, contre 316 jours de végétation de l'observation précédente.

La différence de la végétation porte sur la période de la levée à la floraison :

218 jours pour la première observation ;

90 jours pour la seconde.

Le rendement de grains décortiqués et nettoyés est de 916 kilogrammes seulement à l'hectare.

Cet auteur conclut que l'Ampemby s'accommode mal des terrains maigres et que si sa végétation est ainsi avancée son rendement est bien inférieur. Il ajoute que dans l'essai fait en 1902 le semis de septembre fut trop hâtif et qu'au contraire, dans celui de 1903, le semis fait fin janvier était trop tardif. Il conclut que dans la pratique il vaudrait mieux semer à une époque intermédiaire, c'est-à-dire entre le début de novembre et la fin de décembre.

	Essai de 1902	Essai de 1903
Du semis à la levée	8 jours (sept.)	5 jours (janv.-fév.)
De la levée à la floraison . .	218 — (15 av.)	90 —
De la floraison à la récolte .	90 —	90 —
Du semis à la récolte	316 — (juil.)	185 — (juil.)
Hauteur des tiges	5 mètres	1 m. 80.

Il n'y a pas lieu de tenir un grand compte de ces expériences, Tamatave se trouvant dans un climat tropical humide, tandis que la région de culture proprement dite est l'Extrême-Sud à climat très sec. Il semble d'une façon générale que les variétés d'Ampemby de Madagascar soient dégénérées et qu'il y ait lieu de chercher à améliorer ces variétés bien acclimatées.

Les auteurs disent qu'elles sont vivaces comme les Sorghos en général dans les pays chauds. On n'a pas avantage à les cultiver comme plantes vivaces, les récoltes de deuxième année ne donnant généralement pas des résultats bien intéressants. De plus les parasites vivent sur les vieux chaumes et se propagent ainsi très facilement. Le mieux est donc de faire à Madagascar comme en Afrique occidentale française, d'extirper les chaumes et de les détruire par le feu pour éviter toute chance de propagation de parasites dangereux.

Benton E. Rothgeb, 1920, dit que les Shallus ont un rendement supérieur dans l'Extrême-Sud des Etats-Unis. Les grains de Shallus sélectionnés qui m'ont été envoyés d'Amérique sont d'excellente qualité. Leurs glumes sont couleur paille et lisses, il y aurait lieu de les introduire à Madagascar. La panicule est énorme. Ces « Shallus » sont des Sorghos à cultiver seulement dans les régions tropicales ou subtropicales à raison des pluies favorables à la végétation.

Il serait aussi très intéressant d'introduire à Madagascar les meilleures variétés de Sorghos de l'Afrique du Sud sélectionnées en Amérique, tant pour fourrage que pour grain. Nous avons avantage à aller vite et à profiter de l'expérience de nos amis américains.

Les Kafirs devraient donner des résultats et aussi les variétés sucrées comme l'« Orange », le « Sumac » et autres qui permettent aux Américains d'entretenir leurs élevages pendant la mauvaise saison.

Les *Kafirs*, les *Mils*, *Fétérita* et *Douras* ont une faculté de résistance à la sécheresse énorme. De plus, ils sont beaucoup plus hâtifs que les Ampemby de Madagascar. Les Kafirs mûrissent en 100 à 140 jours, les Mils, Fétéritas et Douras, en 80 à 110 jours,

tandis qu'il faut 185 à 316 jours aux Ampemby pour arriver à maturité.

Les *Sorghos en herbes* comme le « Sorgho nain de Trabut », et les autres sorghos sauvages annuels devraient être essayés. Ils ont été introduits aux Etats-Unis, aux Antilles et en Argentine où ils ont donné des résultats. On les appelle *herbe de Cuba*, *Tunis grass*, *Sudan grass*, etc.

On devrait y mêler des Légumineuses comme les *Dolichos lablad* et *lubia* qui sont si appréciées des animaux.

Les fourrages à grand rendement et de bonne résistance à la sécheresse font la fortune de ceux qui les cultivent. Des essais dans ce sens devraient être tentés à Madagascar qui tire une bonne partie de ses revenus de son élevage. Il faudrait, bien entendu, ne pas mettre à pâturer ou donner à manger aux animaux des Sorghos avant maturité presque complète, au moment où la plante n'est plus du tout toxique.

L'acclimatation comme fourrage et céréale du *Mil à chandelle* ou *Petit Mil* (*Pennisetum typhoïdeum* Rich. ou *Penicillaria spicata* Wild.), y devrait être intéressante. Cette plante joint à son abondance de feuillage et de tiges l'immense avantage de n'être pas toxique pendant la première période de sa végétation. Elle a une énorme résistance à la sécheresse ; elle végète dans des régions où il ne tombe que 15 à 30 centimètres de pluie par an et où les crues du Niger ne se font pas sentir. C'est une céréale pour les pays chauds à pluies rares. Les Berbères d'Algérie l'appellent le Benitché.

D'autres Graminées peu difficiles, à fourrage apprécié du bétail, et ayant surtout la qualité de résister à la sécheresse — devraient être développées dans les régions d'élevage où les animaux souffrent et meurent pendant la saison sèche.

Le *Thef* (*Eragrostis abyssinica*, Link.), qui se contente de terrains maigres et secs et mûrit en 45 à 50 jours. Le *Coracan* (*Eleusine Coracana*, Gaertn.), qui se contente aussi de sols maigres, secs et peu profonds, et aussi le *Panicum altissimum* Jacq., de Kabylie ou *Panicum Jumentorum*, Pers. au nom assez expressif pour qu'il soit inutile d'insister sur ses qualités fourragères. C'est le *Guinea*

Grass des Américains. Il est cultivé en grand en Amérique du Sud comme fourrage. Cette plante peut atteindre 2 mètres de haut, elle se rapproche du Sorgho comme port.

Le *Fonio* (*Digitaria exilis*, Stapf.), qui ne dépasse pas 35 centimètres, pousse à l'état sauvage dans la boucle du Niger et est cultivé au Soudan, Fouta-Djallon, Haute-Casamance et Haute-Gambie. Il en existe plusieurs variétés dont les plus hâtives mûrissent en deux mois et demi, trois mois, les autres en quatre ou cinq mois. Cette plante s'accommode de terrains caillouteux pauvres et peu profonds. Les meilleurs terrains sont les sols légers. C'est un bon fourrage.

Les *Millets* proprement dits : le *M. commun* (*Panicum Miliaceum* L.) et le *M. à grappe* ou *M. des oiseaux* (*Setaria Italica* Beauvoir, *Panicum italicum* L.) devraient également être essayés comme fourrage et céréale bien que moins résistants à la sécheresse. Ils sont cultivés aux Indes, en Chine et au Japon. Le *Millet des oiseaux* est aussi quelquefois cultivé en Indochine, au Japon le grain constitue une importante partie de la nourriture des paysans, en mélange avec le riz ou seul, en pâte appelée *dango*. Le Millet commun est hâtif, il mûrit en trois mois, même sous le ciel parisien.

AFRIQUE ORIENTALE

L'Est Africain possède de nombreuses variétés de Sorghos qui sont pour la plupart nouvelles et s'appellent d'une façon générale *Mtama* en *Swâili*, nom qui englobe en général tous les Mils et Millets d'après M. Gabriel Ferrand.

L'une des plus intéressantes variétés, d'après Carleton R. Ball, 1910, est intermédiaire entre les Sorghos à panicule lâche et les « Douras ». Quelques-unes des variétés sont une extension, vers le Nord, des « Kafirs ». Tous les Sorghos sont employés pour l'alimentation humaine ou le fourrage.

D'après le marchand arabe Sulayman, 851, et d'après Abu-zayd-Hasan, 916, au *x^{ie}* siècle, le Sorgho constituait la principale

nourriture des habitants du pays de Zanzibar, qui s'appelait Zendj à l'époque.

La boisson habituelle des noirs de Mozambique et des grands lacs est une sorte de bière de Sorgho ou de Millet. Cette bière, acide comme du vinaigre, est appelée *Pombé*. Les indigènes s'enivrent fréquemment avec cet horrible liquide (Verneau, *Les races humaines*).

D'après Saare, Zeidler et Lintner, l'agent de fermentation du « Pombé » de l'Afrique orientale serait une levure à fermentation haute, le *Schizosaccharomyces pombe* dont l'optimum de température est entre 30 et 35° centigrades.

D'après Ch. Sacleux, *Dictionnaire français-swaïli*, le Sorgho s'appelle M'tama (*S. Caudatum*, Stapf., var. *angolensis*). On cultive le Sorgho sucré dans la région.

Il cite comme principales variétés :

Bwa-Shelve.

Dyebehe, S. à gros grains. On subdistingue dyebehe nyeupe et dyebehe nyekundu.

Féréfere, S. à gros grains rouges amers.

Fumba, S. à petits grains blancs cornés.

Karachi, S. à petits grains blancs.

Kipadyi-Fumba.

Kingruwe, S. à petits grains rouges.

Muangana, S. à gros grains blancs à panicules épaisses et denses et à balles (glumes) noires.

Mwa-t'amu.

Padye, S. à tiges sucrées, à grains rouges, à panicules denses.

Pumba-Shungi.

Runzi, S. à petits grains, on subdistingue runzi nyeupe (*S. Roxburghii* Stapf., var. *semiclausum*) et runzi nyekunda.

Shungi, S. à panicules denses et serrées à grains blancs.

La variété « *Cerevisiae* » de Prain, du *S. caudatum*, Stapf. (pl. 4, fig. 13) est aussi cultivée en Afrique orientale. Elle se distingue par sa panicule dont le raccourcissement du sommet de l'axe lui donne une apparence ombelliforme. Ses grains sont employés exclusivement dans la fabrication de la bière indigène.

AFRIQUE ÉQUATORIALE

Dans cette vaste région incluse entre les 10^e parallèles nord et sud les Sorghos sont aussi cultivés. On ne connaît pas grand' chose de ces cultures au Congo belge non plus qu'au Cameroun.

Balland a publié quelques résultats d'analyses des Sorghos de notre Congo français, en comparaison avec des Sorghos d'Algérie et de Tunisie. La composition chimique en est sensiblement la même.

Le *Kamerun grass* (pl. 9, B) (*Sorghum arundinaceum*, Stapf., *Andropogon sorghum effusum* Hackel) a été trouvé à l'état sauvage sur tout le littoral du Golfe de Guinée, ainsi qu'à San Thomé et à Fernando Po ; on l'a également signalé jusque dans l'est du Congo belge.

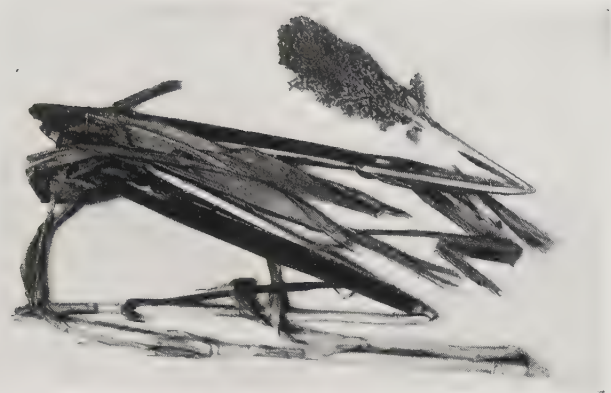
Edm. Leplae (pp. 46 à 48, 173, 174), dans son ouvrage sur l'exploitation d'une ferme au Katanga et dans les régions élevées du Congo belge (Ministère des Colonies de Belgique) donne quelques renseignements sur les diverses variétés de Sorghos.

Il cite le *Sorgho blanc* ou *Douro*, encore appelé *gros Mil*, à panicule compacte et dressée, très cultivé au Sénégal, à Zanzibar, en Egypte, en Grèce, aux Indes, etc... On en fait une farine de blancher parfaite, donnant un très beau pain.

Il ajoute : Les Sorghos se cultivent comme le maïs, mais sont moins exigeants quant à la richesse du terrain ; ils donnent des récoltes plus fortes que le maïs dans les terres déjà partiellement épuisées ou naturellement peu fertiles. On compte au Katanga que le Sorgho donne environ 2.000 kilogrammes de grains à l'hectare, dans une terre où le maïs en donne 1.500.

Le semis se fait en lignés à la machine, ou en poquets à la main, à raison de 3 à 4 grains par poquet. Le semis en lignes demande environ 20 kilogrammes de grains par hectare. On donne des binages et buttages comme au maïs. Si l'on emploie l'irrigation, elle doit être très modérée. A l'époque de la maturité, il faut une surveillance constante pour éloigner les oiseaux. Les panicules sont récoltées en coupant le sommet des tiges, on les laisse sécher quelque temps avant de les égrener. L'hectare produit environ 2.000 à 2.500 kilogrammes en terre pauvre, jusque 4.000 et 5.000 kilogrammes en terre fertile.

Les Sorghos peuvent être employés comme plantes fourragères, mais à condition de ne pas les laisser manger par le bétail avant qu'ils n'aient atteint toute leur taille.



C. — Mil ou Sorgho des teinturiers,
Afrique occidentale (coll. A. Chevalier).



B. — Mil ou Sorgho en parasol
au Soudan (cl. A. Chevalier).



A. — Champ de Sorgho au Soudan
(cl. A. Chevalier).

Les feuilles jeunes de Sorghos renferment, en effet, des substances vénéneuses qui peuvent empoisonner les animaux; elles disparaissent lorsque la plante devient plus âgée, et aussi lorsqu'on en fait de l'ensilage.

La sélection du Sorgho se fait d'après des principes analogues à ceux que l'on suit pour le Maïs, mais en cherchant à produire :

1^o Des plantes peu élevées, ayant, au plus, deux mètres; la grande longueur des tiges est une production inutile;

2^o Des Sorghos mûrissant en 3 ou 4 mois, ce qui est réalisé déjà dans un grand nombre de variétés;

3^o Des panicules très denses, formant une masse compacte, aussi bien garnies de grains aux extrémités qu'au milieu;

4^o Une récolte aussi forte que possible.

SOUDAN ET AFRIQUE OCCIDENTALE

Cette vaste région, qui va de la côte occidentale d'Afrique, du Sénégal à l'Abyssinie, et du Sahara au golfe de Guinée, englobe l'Abyssinie, le Soudan français, le Soudan égyptien, le Sénégal, la Gambie anglaise, la Guinée portugaise et la Guinée française, Sierra Leone, la République de Libéria, la Côte d'Ivoire, la Côte d'Or, le Togo, le Dahomey, la Nigéria anglaise et le nord du Cameroun. La région côtière du Soudan occidental a un climat tropical avec saisons des pluies. L'intérieur a un climat chaud avec peu de pluies, de même que la Côte Est des Somalis avec Djibouti, Tadjourah et Obock. L'Abyssinie a des altitudes élevées.

Soudan français. — *De Candolle*, à l'appui de son opinion sur l'origine africaine du Sorgho, cite l'observation de Schmidt, que l'espèce abonde dans l'île San-Antonio, de l'archipel du cap Vert, dans des localités rocailleuses. Il la croit « complètement naturalisée », ce qui, dit-il, cache peut-être une véritable origine.

M. Dumas a publié en 1906 une étude sur les Sorghos cultivés dans les vallées du Niger et du Haut-Sénégal.

Il en cite huit variétés que j'ai identifiées avec celle de la *Fl. trop. Africa* de D. Prain :

1^o Le *Keudé bilé* ou *Keudé rouge* (*S. margaritifera*, Stapf.). C'est le plus petit des Sorghos cultivés. Il est caractérisé par une tige

grêle de 1 m. 50 à 2 mètres de hauteur, une panicule lâche et peu garnie, des glumes rouge vif dépassant un peu le grain qui est libre entre elles à la maturité ; un grain petit, allongé, rouge brillant, pointu à une extrémité et comme vitrifié. Il est très estimé des indigènes qui le mangent cuit à la vapeur comme le riz, sans pilonnage préalable. On peut le garder sans altération deux ans en magasin. Il se récolte après 100 à 110 jours de végétation.

A cause de sa précocité il échappe aux ravages des criquets.
On le sème en terre argilo-siliceuse.

2° Le *Nionifi* a une puissante végétation. Il atteint 4 à 5 mètres



Fig. 25. — Greniers à mil du Soudan.

de haut et ses feuilles 10 à 12 centimètres de large. La panicule est serrée, très fournie avec des rameaux longs et rigides, c'est la variété *ovulifer* d'Hackel. Les glumes, plus courtes de moitié que le grain, l'enserrent fortement à la maturité. Elles sont arrondies à une extrémité et généralement noires. Le grain gros, aplati, ridé à sa partie inférieure, est blanchâtre tacheté de rouge. Il est peu estimé à cause de sa qualité commune et de sa conservation difficile. Mais il peut donner dans des terres fortes 3.000 kilogrammes de grains à l'hectare après 120 jours de végétation. Les semis s'exécutent au début de l'hivernage. Sa précocité et son rendement élevé le font apprécier pour la culture, surtout dans les années de disette. *Il aime les terres fortes.*

3° Le *Keniki* (*Sorghum guineense*, Stapf.) var. *involutum* Stapf., est le plus communément cultivé en pays Bambara et Malinké pour ses qualités alimentaires, pour son grand rende-

ment et sa bonne conservation. Sa tige, qui reste grêle, atteint 4 à 5 mètres de haut. Ses panicules ont jusqu'à 60 centimètres de long et leurs rameaux 15 à 25 centimètres. Comme celles des *Shallus* de l'Inde, var. *Roxburghii*, elles s'inclinent sous le poids des grains. Ceux-ci sont gros, blancs, légèrement tachetés de rouge ou de noir. Ils sont ovales et aplatis. A la maturité le grain est libre entre les glumes un peu plus courtes que lui.

Semé au début de l'hivernage, il se récolte après 150 à 160 jours de végétation.

C'est le gros Mil le plus commun sur les marchés. *Il craint les terres humides.*

4° Le *Bemberi* (*S. guineense*, Stapf., var. *involutum*, Stapf.) se rapproche beaucoup du *Keniki* comme durée de végétation et pour ses qualités. Ses panicules sont longues, son grain est plus gros, plus allongé. Il est pointu aux deux extrémités et d'un blanc plus brillant. Les glumes sont généralement noires, pointues, de même longueur que le grain qu'elles laissent libre à la maturité.

5° Le *Keudé blanc* (*S. margaritifera* Stapf.), est petit comme le *Keudé bilé*. Le grain est également petit. Il s'en distingue par sa couleur blanche. Les glumes au lieu d'être rouges sont blanches ou noires. Le rendement est plus élevé, il donne jusqu'à 1.500 kilogrammes à l'hectare. Il diffère surtout par sa durée de végétation, 150 à 160 jours, au lieu de 100 à 110 jours pour le *Keudé bilé*. Ces deux Sorghos ne sont cultivés que par les chefs de case importants. De Korye à Ségou on rencontre beaucoup de *lougans* (champs) de cette variété.

6° L'*Amadi boubou* est un Sorgho penché (*Sorghum cernuum*, Host.), le haut de la tige se recourbe en crosse.

Il est très vigoureux, trapu et feuillu. Il atteint seulement 2 à 3 mètres et tale peu.

Sa panicule est courte à rameaux serrés et rigides. Son grain est gros, arrondi à sa partie supérieure, pointu à l'inférieure et aplati sur une de ses faces. Sa couleur toujours terne est rouge ou blanche. Ses glumes velues, courtes, arrondies, recouvrent à moitié le grain qu'elles enserrant à maturité. Il est d'assez bonne qualité et se conserve bien. Il est surtout cultivé pour l'alimen-

tation des chevaux aux environs du Ségou. Il est aussi assez répandu dans le Fouta. Il mûrit en 135 à 145 jours. *Il aime les terres fortes.*

7° Le *Hassa-Kala*, *Sorgho à sucre* (*Sorghum saccharatum* Brot.) est cultivé pour ses tiges sucrées. Sa panicule lâche, flexible, à longs rameaux, s'incline fortement à la maturité. Ses glumes blanches, légèrement tachées de rouge, sont de même longueur que le grain qu'elles enserrent à la maturité.

Le grain de grosseur moyenne est rouge foncé, comme torréfié, aplati d'un côté, bombé de l'autre et plus large à la partie inférieure. Il est peu estimé par les animaux.

Il mûrit en 140 à 150 jours. Il est surtout cultivé dans le Macina et quelque peu en pays Malinké. On en trouve sur le marché de Kayes et de Bafoulabé. Le suc des tiges contient 12 p. 100 de sucre de canne (saccharose).

8° Le *Faraoro* ou *Mil des teinturiers* (pl. 4, C.) (*S. guineense*, Stapf., var. *robustum*, Stapf.), doit tout son intérêt à la couleur rouge que fournissent la tige et la gaine des feuilles. Il est cultivé exclusivement par les cordonniers pour la teinture des cuirs. *Le grain donne la diarrhée aux animaux*, aussi est-il important de reconnaître sa présence dans un lot de grains ou dans un champ. Le grain est gros, arrondi à la partie supérieure et d'aspect gris sombre bleuté.

La plante se distingue aisément à la coloration rouge des tiges. Les panicules sont serrées, fournies, longues de 20 à 25 centimètres avec des rameaux très courts. Les glumes, généralement rouges, de même longueur que le grain, ne s'en séparent que par un léger pilonnage. On obtient la couleur rouge par macération prolongée des parties colorées dans l'eau. (Le colorant que j'ai extrait des glumes ne se dissout bien que dans l'eau bouillante.) Ces glumes teintent à peine l'eau froide d'une pointe brunâtre très claire. La teinture est appliquée sur les cuirs, dit M. Dumas, au moyen d'un mordant, ordinairement des cendres végétales.

Il serait intéressant de rechercher et d'étudier les variétés de Sorghos les plus hâtives qui poussent en bordure du Sahara, il y

aurait peut-être là un élément de croisement et d'amélioration de nos Sorghos de l'Afrique du Nord et qu'on pourrait cultiver dans les régions sèches du Midi.

La culture du Sorgho dans le Moyen-Niger a l'importance de celle du blé dans les pays tempérés. Au sud du 12^o parallèle l'abondance des pluies le fait délaissier pour des produits tels que le *riz*, le *Fonio* (*Paspalum longiflorum*, Retzius) et même le *Manioc* et la *Patate*. Les grandes étendues de terrains inondés et abandonnés par l'inondation se prêtent à la culture des Sorghos en saison sèche. Ils y donnent d'aussi belles récoltes que celles faites en terre ordinaire pendant l'hivernage.

Trop d'humidité atmosphérique joint à une grande fertilité du terrain donneront une végétation luxuriante mais la fécondation se fera mal et la récolte sera mauvaise. Le « Mil devient fou », disent les noirs dans leur langage imagé.

Un terrain pauvre dans les mêmes conditions donnera une bonne récolte de grains avec des tiges moins hautes plus faciles à récolter.

Au point de vue alimentaire on peut faire deux catégories de grains, le commun et le fin. Le premier a une coupe farineuse et un aspect terne, le second est plus petit, brillant, a une coupe cornée.

Le fin est réservé à l'homme, le grossier aux animaux ; les prix sont voisins. Le grossier est avantageux à cultiver car il est productif.

Le colon qui voudra cultiver le Sorgho dans ces régions s'établira de préférence en plaine pour la facilité du travail possible à l'aide d'instruments aratoires perfectionnés. Il y maintiendra la fertilité par assolement triennal avec l'Arachide et le Coton quand ces cultures seront possibles, ou par alternance avec la Patate qui comporte un apport d'engrais, ou par jachère entretenue.

Il choisira ses semences lui-même dans les champs des indigènes ou dans les siens en prenant les panicules les plus belles et celles qui se rapprochent le plus des qualités qu'il veut obtenir. Il sera sûr ainsi de la variété. Il les choisira non contaminées par les champignons parasites. Il récoltera les panicules, les fera

sécher, les battre pour les séparer des rameaux et les conservera bien au sec, à l'abri des insectes et des rongeurs, avant de les semer. C'est ainsi que les Américains sont arrivés à sélectionner leurs variétés à grand rendement. Nous devrions obtenir de meilleurs résultats dans ces régions de l'Afrique occidentale française où le Sorgho est acclimaté depuis des siècles et qui est probablement son premier pays de culture.

Les indigènes de l'Afrique occidentale fabriquent, avec les grains de Sorgho, une bière appréciée, le Dolo.

Jean et André Vuillet ont publié, en 1914, une étude sur les pucerons du Sorgho au Soudan français : le puceron blanc du Sorgho (*Aphis Sorghi* Theobald), le puceron vert du Sorgho (*Aphis Maidis* Fiecht.). Ils préconisent :

I. La lutte directe contre l'*Aphis Sorghi*, le plus dangereux des parasites : 1° par la destruction aussi complète que possible des plantes contaminées et, en général, la destruction par le feu des tiges, chaumes et racines du Sorgho qui hospitalisent les parasites ; 2° le remplacement dans les cultures du gros Mil, *Sorghum vulgare*, par le petit Mil *Pennisetum spicatum*, *P. Typhoïdeum*. Dans les régions où le gros Mil est particulièrement ravagé, le petit Mil ou Mil à chandelles n'est pas attaqué par ce parasite.

II. La lutte indirecte qui complète, consiste en la culture de quelques pieds de *Leptademia lancifolia* (Decaisne). Cette plante, spontanée au Soudan (1), est fréquemment parasitée par un aphidien (puceron) qu'on n'a jamais rencontré sur le Sorgho.

Plusieurs coccinelles, polyphages, vivent aux dépens des pucerons du Sorgho en même temps que des pucerons du *Leptademia*. Comme ce dernier ne s'attaque pas au Sorgho et que le *Leptademia*, malgré la sécheresse, reste toute l'année en végétation, on pourrait entretenir et développer les coccinelles ennemies des pucerons en permettant au puceron du *Leptademia* de les alimenter pendant la saison sèche. De cette façon, dès que les pucerons du Sorgho apparaîtraient, ils seraient vite décimés par leurs ennemis.

(1) Les feuilles sont utilisées parfois pour préparer des sauces. Les indigènes en font des infusions médicamenteuses.

COTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE.

Dans les différents pays qui forment ensemble la Côte occidentale d'Afrique on trouve de nombreuses variétés de Sorghos.

Le groupe le plus important a un grain gros, ovale et aplati, de couleur variable allant du blanc au rouge pâle et au brun rougeâtre foncé, avec des glumes rouge brun ou noires et des panicules semi-compactes.

Le grain, dit Carleton R. Ball, subit une rotation latérale dans les glumes à la maturité, l'axe du mouvement étant une ligne qui va du hile à la pointe du grain. D'après cet auteur, ce mouvement serait apparemment caractéristique de tout un groupe qui comprend la variété *oculifer* d'Hackel et probablement d'autres variétés botaniques. Ce qu'il faut pratiquement retenir, c'est que ce groupe est bon producteur de grains, mais ne peut être cultivé que dans les pays chauds.

Un autre groupe a des tiges plutôt frêles avec une panicule lâche, des rameaux plus ou moins penchés, de petits grains ovales et des glumes aiguës qui s'ouvrent et laissent voir le grain à la maturité. Ce groupe se rapproche des Shallus de l'Inde et des Ampemby de Madagascar. Il représente probablement dans ces régions la variété *Roxburghii* d'Hackel.

Une autre variété penchée, appelée *Mil Cigne* au Sénégal, peut être cultivée pour fourrage ou pour grain.

On trouve au Sénégal et en Guinée des variétés à panicules lâches comme le *figné* du Sénégal, le *Mengui-fikké*, le *Sankoba*, le *Kamin Keudé*, etc... de Guinée française, d'autres à panicules compactes : le *Gadiaba*, le *Sevil*, le *Savasouki*, le *Pourdi*, le *Bodéri*, le *Bassi*, du Sénégal, cités par Jumelle, 1912. En général, les variétés à panicules lâches ont des petits grains, 123 grains au gramme pour le *Kamin Keudé*, 70 pour le *Bimbiri-ba* inclus dans les glumes ovales ou lancéolées, peu velues sur les bords, ou les dépassant à peine. Au contraire, les variétés à panicule compacte ont des gros grains, 18 à 35 au gramme, saillants hors des glumes presque aussi larges que hautes et fortement velues vers

les bords. On trouve entre les deux groupes des variétés intermédiaires.

F. Heim et Husson, signalent dans le *Bulletin de l'Office colonial*, n° 133, de janvier 1919, deux Sorghos de l'Afrique occidentale française :

Le *Sarossa*, à gros grains, 100 grains pèsent 4 gr. 53 nus et 5 gr. 12 avec les glumes.

Le *Nienko*, à grains plus petits, 100 grains pèsent 1 gr. 90.

Comme terme de comparaison, d'après Balland : 100 grains de Sorgho pèsent :

Sorgho d'Algérie	1 gr. 93
— de Tunisie	1 — 75
— du Congo	2 — 60

Ils ne donnent aucun détail sur l'aspect des plantes mères, sur leur habitat, ni sur leur place parmi les variétés.

Dans la Haute-Guinée et les régions limitrophes où la culture du Sorgho n'est qu'accessoire, les indigènes en cultivent plusieurs variétés : d'après Dumas : le *Bembéri-ba* ou *Niogué* ou *Bensegué*, qui diffère du *Bembéri* du Moyen-Niger. Son grain est gros et aplati, comme écrasé, de 2 à 3 millimètres de diamètre avec le hile noir. On le sème dans des champs de Riz de montagne au premier binage, ou bien autour des habitations, entre les poquets de Maïs. La végétation est de 160 jours. La production atteint 2.500 kilogrammes de grains à l'hectare. Cette variété est estimée pour l'alimentation humaine.

Le *Keudé-Missé* à grains blancs, et le *Keudé ni-oulé* à grains rouges, ne diffèrent que par la couleur du grain ; le premier a les mêmes caractères que le *Keudé blanc* du Moyen-Niger. Il demande 130 jours de végétation.

Le *Sauko* est une variété très tardive qui demande 6 mois de végétation et ne se récolte qu'en décembre-janvier. *Sauko* veut dire perdu, abandonné. C'est qu'en effet ce Sorgho reste comme abandonné dans les champs après la récolte des produits parmi lesquels on le sème : Riz, Patate, Coton. Il n'est guère cultivé que par les possesseurs de chevaux.

Le *Faraoro* ou Mil des teinturiers porte le nom de *Moigne* dans la région du Sud.

Aug. Chevalier, dans *Une mission au Sénégal* (1), écrit : « ... *Autres cultures*. — La couleur rouge est fournie par les gaines et les chaumes d'une variété de *gros Mil* (*Andropogon Sorghum* Brot.) appelée par les Bambaras *Dielikanion*, griots Mil ou Mil des griots, dieli (griot), nion (Mil) (pl. 4 fig. C). Elle sert à teindre les cuirs, les étoffes, les nattes tressées en paille ou en feuilles de Palmiers. »

On trouve dans ces régions une infinité de sous-variétés. Les noirs leur donnent des noms imaginés qui font ressortir la poésie qu'ils attachent à ces cultures : saramioulé (petit mouton rouge), kamin keudé (Mil pintade), dion kédaba (captif à grande bouche), missibakou (queue de grande vache).

Il y aurait en Afrique occidentale, aussi bien au Soudan qu'à la Côte occidentale d'Afrique, tout un plan d'organisation de la culture et de l'exploitation des produits des Sorghos.

La première chose à faire serait de doter l'indigène d'instruments légers trainés par des ânes lui permettant de quintupler son rendement.

Il y aurait ensuite à installer de petites meuneries dans les centres. Ces meuneries seraient mues par le vent ou par des moteurs à gaz pauvre alimentés avec la paille et les déchets de Sorgho. Il serait alors possible, en prélevant mouture, d'exporter vers la métropole le Mil en excédent et de libérer la main-d'œuvre féminine du pilage du Mil. Cette main-d'œuvre serait beaucoup mieux utilisée au travail de la terre et aux autres travaux.

Les glumes, résidus de meunerie, seraient alors exploitables sur place pour la teinture ou l'extraction du colorant.

Henri Jumelle, 1912, dans la brochure *Riz, Maïs, Sorghos*, IV^e Exposition annuelle, 1911, *Bulletin de l'Institut colonial de*

(1) Dr Lasnet, Aug. Chevalier, A. Cligny, P. Rambaud, *Une mission au Sénégal*, 1 vol. in-8°, 1900 ; p. 232.

Marseille, décrit quinze variétés de Sorghos cultivés de l'Afrique occidentale française.

Il ne cite que les noms indigènes et critique, par ailleurs, la classification de Hackel. Il ajoute que le caractère d'avoir la panicule penchée, commun à plusieurs Sorghos, ne constitue pas un caractère spécifique et que, d'autre part, le Sorgho penché, *Sorghum cernuum*, décrit par Hackel, n'a pas toujours la panicule penchée.

Sur les quinze variétés décrites, neuf sont à panicule lâche et six à panicule compacte.

Sur les neuf variétés à panicule lâche, huit sont de Guinée française.

Il en donne la classification suivante :

I. *Grain rouge ou rougeâtre.*

A. Grain rouge et elliptique (4 millimètres sur 2 millimètres) un peu dépassé par les glumes d'un brun foncé, lancéolées et aiguës (5 millimètres sur 2 millimètres). (Mengui gbéli ou Mil rouge de Kankan.)

B. Grain blanc rougeâtre (4 millimètres sur 2 mm. 5) un peu dépassé par les glumes qui sont noires, lancéolées et aiguës (5 millimètres sur 2 millimètres). (Figné du Sine-Saloum) (Sénégal).

II. *Grain blanc, blanc jaunâtre ou blanc rosé.*

A. Les glumes sont faiblement velues sur les bords.

a) Glumes bicolores, la première entièrement jaune paille, la seconde ne l'est que dans sa moitié supérieure, mais rouge dans sa moitié inférieure. Quelquefois cependant la première glume est aussi un peu teintée de rouge. Ces glumes ovales-obtuses (4 mm. 5 sur 3 millimètres) sont un peu dépassées par le grain blanc sale, ovoïde, un peu anguleux au sommet (5 millimètres sur 4 millimètres). (Sanko-ba de Kankan.)

b) Glumes toutes deux acajou clair, un peu moins colorées et plutôt jaunes vers le sommet, lancéolées (6 millimètres sur 2 millimètres), égalent ou dépassent un peu le grain, blanc, ovoïde (4 millimètres sur 3 millimètres). (Sula-oulenko de Kankan.)

c) Glumes de couleur puce, écartées, lancéolées (5 millimètres

sur 2 millimètres) dépassent le grain qui est blanc, plus ou moins teinté de rose, avec parfois un ou deux petits points rougeâtres au sommet, moins comprimé que le précédent, un peu elliptique (3 mm. 5 sur 3 millimètres), légèrement anguleux au sommet. (Mengui fikhé de Benty.)

d) Glumes brun noirâtre, sauf au sommet et sur les bords où elles sont rougeâtres ; ovales (3 mm. 5 sur 3 millimètres), égalent ou dépassent un peu le grain qui est blanc grisâtre, un peu anguleux au sommet (3 mm. 5 sur 3 millimètres). (Bimbiri-ba de Kankan.)

e) Glumes noires.

1^o Ovaies, aiguës (4 millimètres sur 2 mm. 5), dépassent un peu le grain blanc, un peu elliptique (3 millimètres sur 2 millimètres), légèrement anguleux au sommet (Kamin-keudé de Kankan).

2^o Lancéolées aiguës (5 millimètres sur 2 millimètres), dépassent légèrement le grain blanc un peu elliptique, un peu plus gros que le précédent (3 mm. 5 sur 2 mm. 5), avec parfois quelques petits points rouges (Mengui-foré de Benty).

B. Glumes assez fortement velues sur les bords, brun noirâtre, presque aussi larges que longues (4 millimètres sur 3 millimètres), très nettement dépassées par le grain gros (5 millimètres sur 4 mm. 5), blanc jaunâtre, piqué de quelques points rouges, peu comprimé, presque arrondi au sommet. Nous ne connaissons malheureusement pas le nom indigène de cette variété, dont l'échantillon était dépourvu d'étiquette.

Elle est particulièrement intéressante comme forme de transition entre les variétés précédentes et celles que nous allons étudier maintenant et qui sont à grappe condensée. Elle a bien, en effet, l'inflorescence lâche de tous les Sorghos que nous venons de citer ; mais ses glumes presque arrondies, velues sur les bords, bien dépassées par les grains gros et à sommet presque arrondi, la rapprochent énormément des variétés suivantes, chez lesquelles nous allons trouver généralement ces caractères. Dans tout le groupe qui précède, il n'y a que dans cette dernière variété et aussi un peu dans le sanko-ba que le grain fasse saillie hors des glumes.

Les six variétés à grappe dense, toutes du Sénégal, peuvent être ainsi classées :

I. *Grain blanc grisâtre*, un peu plus long que large (6 millimètres sur 4 millimètres), arrondi au sommet et dépassant les glumes d'un brun noirâtre et largement ovales (4 mm. 5 sur 4 millimètres), la glume carénée (qui est la supérieure) étant à sommet plus aigu que l'inférieure, qui est convexe non carénée (Pourdi de Saldé).

II. *Grain blanc jaunâtre*.

A. Les glumes brun noirâtre, largement ovales (4 mm. 5 sur 4 millimètres), dépassées par les grains à peu près aussi larges que longs (5 millimètres dans les deux sens), très arrondis au sommet (Gediaba de Saldé).

B. Glumes rougeâtre assez clair, presque rondes (3 mm. 5 en tous sens) et dépassées par les grains qui sont un peu plus haut que larges (5 millimètres sur 4 mm. 5), comprimés, moins arrondis que ceux de la variété précédente au sommet (Sevil de Saldé).

III. *Grain jaune roussâtre*, comprimé, à peu près aussi haut que large (5 millimètres dans les deux sens), comme dans le Gadiaba, et les glumes rougeâtre clair, comme dans le Sevil, de 3 mm. 5 de hauteur et de largeur (Savasouki de Saldé).

IV. *Grain rougeâtre* surtout dans sa moitié supérieure, plutôt jaunâtre dans la partie cachée par les glumes, un peu plus haut que large (6 millimètres sur 5 millimètres). Les glumes qu'il dépasse sont de couleur paille de 4 millimètres dans les deux sens (Boderi de Saldé).

V. *Grain jaune sale*, avec quelques piquetures rouges, plus large que haut (5 millimètres de largeur et 4 millimètres de hauteur), avec un sommet peu convexe et presque droit. Les glumes qu'il dépasse sont rouge brique foncé, de 4 millimètres sur 4 millimètres (Bassi du Sine-Saloum).

Pour donner une idée approximative des grosseurs relatives de tous ces grains, nous pouvons ajouter qu'un gramme de grain correspond à :

Kamin keudé.....	123 grains
Sula-oulenko.....	107 —
Mengui-foré.....	83 —
Mengui-ghéli.....	82 —
Figné.....	82 —
Mengui-fikhé.....	80 —
Bimbiri-ba.....	71 —
Sanko-ba.....	56 —
La variété innommée.....	37 —
Gabiaba.....	35 —
Bassi.....	31 —
Sevil.....	23 —
Savasouki.....	21 —
Pourdi.....	21 —
Bodéri.....	17 —

On voit nettement par ce tableau que les grains les plus gros appartiennent aux variétés à grappe dense et les grains les plus petits aux variétés à grappe lâche ; mais ici encore notre variété innommée établit nettement la transition entre ces deux catégories. Et parmi les Sorghos à grappe lâche, c'est toujours le sanko-ba qui se rapproche ensuite le plus de ce Sorgho intermédiaire.

Soudan égyptien. — On y cultive surtout des Sorghos du type Doura à grains blancs, jaune pâle ou brun clair, et une forme à grains gris. C'est pour le grain que ces Sorghos sont cultivés. On a, en effet, observé dans cette région de nombreux cas d'empoisonnement d'animaux domestiques par le fourrage de Sorgho.

Plusieurs Sorghos sauvages y ont été signalés : le *Sudan Grass* (*Sorghum sudanense*, Stapf.), (*Holcus sorghum sudanense*, Piper), probablement originaire de cette région.

Le *Tunis Grass* (*Sorghum virgatum*, Stapf.), (*Andropogon Sorghum Virgatum*, Hack., Piper).

Le *Kamerun Grass* (*S. Arundinaceum*, Stapf.), (*Andropogon Sorghum effusum*, Hackel).

Le *Tabucki Grass* (*Sorghum verticilliflorum*, Stendel) (Piper).

L'*Hewison Grass* (*Andropogon sorghum hewisoni*, Piper).

Les indigènes cultivent également un Sorgho à grains blancs, à glumes velues, le *Fétérita* (*S. caudatum*, Stapf., var. *feterita*), qu'ils apprécient beaucoup.

Abyssinie. — Les Sorghos d'Abyssinie sont encore peu connus. Dans une collection de grains reçus en 1840 en France on a trouvé un grand nombre de variétés; quelques-unes donnent un jus très sucré, d'autres ne sont pas sucrées du tout.

La plupart des variétés de ce pays sont tardives, elles ont des affinités avec les variétés des Indes.

Quelques-uns sont courts avec des tiges de grosseur énorme.

Les grains ressemblent aux douros jaune et brun (Safrat et Ahmar) d'Égypte. Peut-être trouvera-t-on sur le haut plateau d'Abyssinie quelque variété intéressante pour notre Afrique du Nord et le Midi de la France.

Les tiges de Sorgho servent à couvrir les cases des indigènes.

J'ai reçu d'Abyssinie des grains de quatre variétés de Sorghos :

Le *Zingada* à grains rougeâtres, de taille moyenne, dont les glumes sont claires avec une base foncée. Cette variété est cultivée à 2.000 et 2.500 mètres d'altitude.

Poids de 100 grains moyens : 2 gr. 613.

Les trois autres variétés m'ont été adressées en mélange sous le nom général de *Dourah*.

Ce mélange trié a donné les proportions suivantes :

		Poids de 100 grains
Gros grains, paille jaunâtre clair. 29 p. 100.	Gros.....	4 gr. 902
	Petits.....	2 gr. 521
Grains orangé rouge, plus petits, taille moyenne..... 49 p. 100.	Gros.....	3 gr. 355
	Petits.....	1 gr. 529
Grains moyens, brun violacé. 22 p. 100.	Gros.....	3 gr. 045
	Petits.....	1 gr. 595

Voir au chapitre « Parasites du Sorgho » les observations de Bouffard sur le Pied de Madura.

AFRIQUE DU NORD.

L'Afrique du Nord comprend deux régions différentes ; l'une, l'Égypte, est reliée au Soudan et à l'Afrique équatoriale par le Nil ; l'autre, l'Afrique du Nord proprement dite, est séparée du Soudan par le Sahara.

L'Afrique du Nord a un climat généralement chaud et sec. L'Egypte est très irriguée par le Nil.

Les hauts plateaux algériens ont un climat très rude où l'hiver est rigoureux.

D'une façon générale, le Sorgho est très cultivé dans toute l'Afrique du Nord où il constitue une des bases de l'alimentation humaine.

En *Egypte* certains auteurs croient à une culture très ancienne du Sorgho (voir *Historique*). Maspero dit l'avoir rencontré sous le nom de *Dirati* dans le Papyrus Anastasi, n° 4 et d'après d'autres auteurs il serait figuré dans une fresque du tombeau d'Amen-em-hat, XII^e dynastie, à Beni-Hassan, et dans des scènes de Thèbes et d'El Kab.

De nos jours, en Egypte le mot Dura ou Douro est employé comme terme général pour désigner tous les fourrages succulents. On dit alors « *Dura beladi* » pour les distinguer des Sorghos cultivés comme céréales qu'on appelle « *Dura shami* ». Le Sorgho semé au printemps se nomme *Sefi* (*S. cernuum*, Host.), celui qu'on sème en automne *Nili*. Les variétés à panicules dressées sont appelées *Aym*, les variétés penchées *Awagi*.

Trois variétés principales sont très communément cultivées en Egypte. Elles sont toutes trois semées au printemps :

Le *beda* à grains blancs, le *safra* (*S. caudatum*, Stapf., var. *atrolutescens*, Prain), à grains jaunes et l'*ahmar* à grains bruns.

Le *beda* est plus important que les deux autres réunis.

Tous les Sorghos de ce pays appartiennent au groupe *Douro* ou *Doura*, ils sont de taille élevée et de forme vigoureuse, ils ont de 3 à 4 m. 50 et quelquefois plus de hauteur et portent de vingt à trente feuilles par tige. Toutes ces variétés ont des grains plus gros et des panicules plus serrées que dans les autres variétés déjà rencontrées. Il est possible que le « *safra* » à grains jaunes soit l'origine des variétés égyptiennes.

On trouve une ressemblance marquée entre ces Sorghos et certaines formes d'Abyssinie et des Indes.

Le *kafir* ou *blé kafre* est la seule variété de l'Afrique du Sud qui soit remontée jusque là.

Gerald G. Dudgeon, 1915, signale comme cultivées en Egypte, les variétés suivantes :

Var. *saccharatum* L.

Var. *Ehrembergianum* Kœrn. = *Doura saffra* Fish.

Var. *niloticum*, Kœrn. = *Dourah shitwe*, Fish.

Var. *ægyptiacum*, Kœrn. = *Dourah chitwy*, *Doura beyda*, *Doura beledy* (Schweinfurth).

Var. *Schweinfurthianum* Kœrn. = *Dourah seyfy*, Sickenberger.

Var. *bicolor* L., *Fourayit* de Kremer, *Dourah beyda*, Fish.

Var. *Arduini* Gmel. = *Dourah hamra* (Ascherson et Schweinfurth).

Var. *æthiops* Koern.

Var. *cernuum* Ard. = *Dourah seyfy*; Sickenberger.

Le Sudan Grass (*Sorghum sudanense* Stapf.) (*Andropogon sorghum* Piper) est cultivé sous le nom de « Garawi » le long du Nil en Basse-Egypte.

Il pousse au contraire spontanément dans la vallée du Haut-Nil et au Soudan.

Ce fait montre qu'il est probablement originaire de la région du Haut-Nil jusqu'au sud du Sahara, qui reçoit de 50 centimètres à 1 mètre de pluie et a une température moyenne de 26 à 32° centigrades.

Tripolitaine. — On rencontre sensiblement les mêmes variétés qu'en Algérie et en Tunisie.

En Afrique du Nord proprement dite. — Cette région comprend la *Tunisie*, l'*Algérie* et le *Maroc*.

Les variétés principales sont pratiquement identiques au *Douro blanc* que les Kabyles nomment *Bechna* ou *Beshna*, qu'on appelle aussi Blé ou Riz égyptien ou Blé de Jérusalem.

Il n'est probablement pas indigène dans ce pays. Un *Douro blanc* analogue a été trouvé çà et là dans le Turkestan, la Mésopotamie, la Syrie et l'Arabie. Il est probable que cette plante fut introduite en Afrique du Nord au III^e siècle à la suite des invasions arabes.

Il a des panicules amples denses, parfois penchées ; ses grains plus ou moins gros sont blancs et de forme lenticulaire.

Les Kabyles qui le cultivent en abondance en ont conservé une belle race à gros grains.

Les glumes sont brillantes et d'un blanc verdâtre.

On trouve aussi chez les Kabyles d'Algérie et dans les oasis du Sahara un *Douro* ou *Bechna* à grains rougeâtres qui n'a pas encore été trouvé en Arabie ni en Asie Mineure.

Les glumes enveloppent le grain qui est plus petit et rougeâtre. Cette variété est moins exigeante et plus précoce que le *Bechna* blanc.

Le principal défaut de ces Douros est que plusieurs variétés sont à panicules penchées et à grains naturellement fragmentés.

Il faut autant que possible éviter ces défauts dans les sélections.

Le Douro brun est une variété inférieure.

Il faudrait rechercher en Afrique du Nord des variétés précoces et productives, qui poussent bien en altitude, pour les introduire en France, dans les régions sèches. Les Douros sont très résistants à la sécheresse comme je l'ai dit plus haut. Le Dr Traubut d'Alger a signalé deux variétés spontanées de Sorgho vivace à rhizome non traçant. Le *Sorgho menu* (*Sorghum exiguum*, Forsk.) qui est apparu spontanément dans les cultures du jardin d'essais d'Alger, et une variété élevée, le Méz'ra (*Sorghum halepense annuum*, que les Arabes considèrent comme un hybride du Sorgho d'Alep traçant, avec les Sorghos cultivés. Ce Sorgho est spontané à l'embouchure de l'Oued Zhour et de l'Oued Kebir, entre Collo et Djidjelli. Ses panicules mesurent 40 et parfois 50 centimètres de haut.

Cet auteur préconise le Sorgho menu comme fourrage dans les régions sèches en recommandant de ne pas le récolter avant la floraison, à cause du danger d'empoisonnement du bétail, danger qui disparaît après la floraison.

On cultive aussi le Sorgho à balai en Algérie où cette industrie devrait pouvoir facilement se développer. Il est inadmissible qu'en France nous fassions venir des balais manufacturés d'Amé-

rique ou d'Italie alors que nous avons des terres et des climats propres à cette culture.

La culture des Sorghos, Mils et Millets, serait intéressante à étudier pour le Maroc où l'élevage tend à se développer (voir Madagascar et France).

En Algérie et en Tunisie. — Les Berbères cultivent *le Mil à chandelles* (*Pennisetum typhoïdeum* Rich.) qu'ils appellent Benitché, var. M. en massue.

ASIE SUD-OCCIDENTALE.

Cette partie du grand continent asiatique comprend : l'Asie Mineure, le Turkestan, la Syrie, la Palestine, la Perse, l'Arabie.

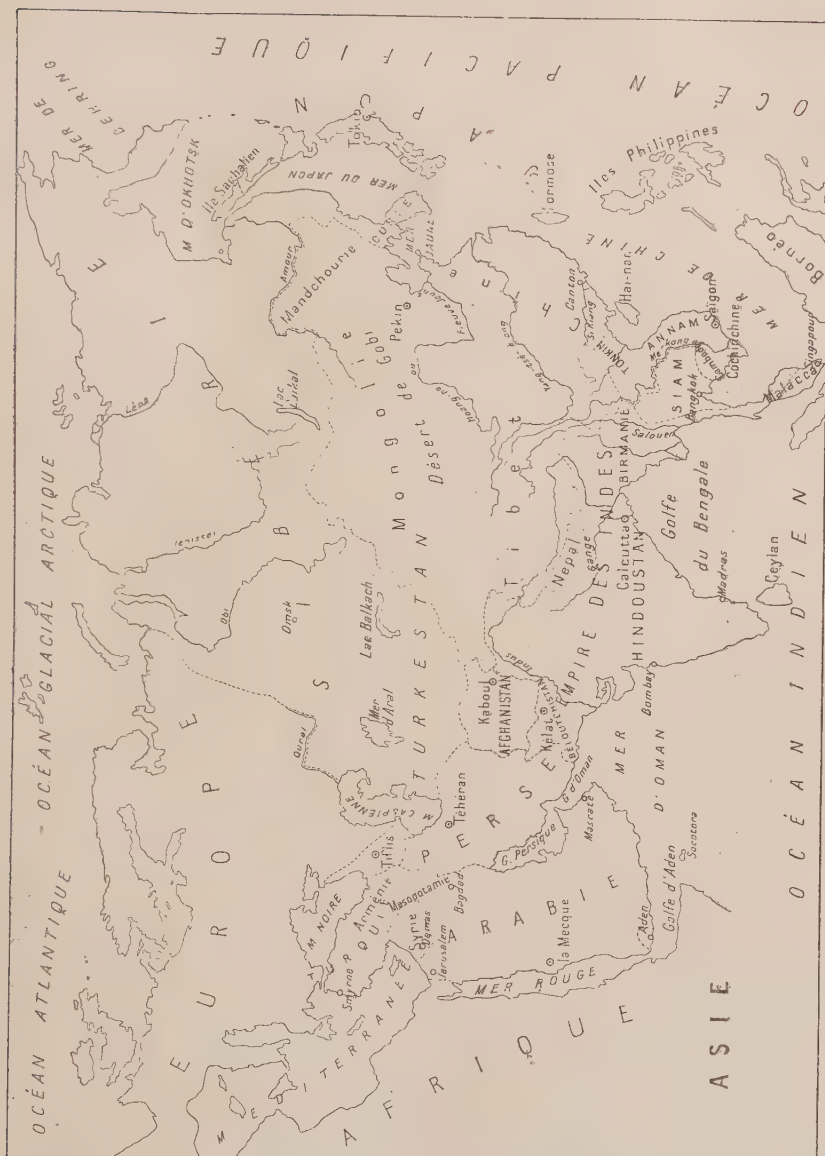
La forme la plus commune dans ces régions diffère de celle de l'Afrique du Nord. Sa panicule est plus courte, plus compacte. Les grains plus petits, moins aplatis, ont moins de tendance à la fragmentation ; de plus, le haut de la tige, sous la panicule de presque toutes les variétés, est courbé en forme de crosse dite *cou d'oie* ou *col de cygne*.

Dans certains points de ces régions les Douros blancs croissent par une température d'été très élevée. Il serait intéressant de rechercher les meilleures variétés de ces régions sèches qui pourraient peut-être augmenter le rendement de nos récoltes en Afrique du Nord et au Soudan.

Dans certaines de ces régions l'impôt est perçu en grains de Douro blanc, triés et propres. On trouve aussi dans ces pays un petit Sorgho sucré qui fut vraisemblablement introduit d'Europe.

Le Sorgho est probablement cultivé depuis très longtemps en Babylonie. Hérodote, 484-406, semble bien en parler lorsqu'il cite le Mil (κίγγρον) en arbre (δένδρον) du pays de Babylone.

D'autre part, le texte d'Ezechiel, chap. IV, verset 9, dans la Bible, 600 ans avant notre ère, suppose qu'on mélange avec le froment certains grains d'espèces inférieures. Le Sorgho est dans ce cas en Orient, où il constitue de nos jours la principale nourriture des pauvres en Babylonie, en Syrie et en Palestine.



Le mot hébreu דֹּכָן *Dokhan* de la Bible est traduit en arabe par دُكْن *Dokhn*, Mil dont le grain est couleur de fumée ou presque noir, ce mot est employé encore de nos jours pour caractériser le Sorgho sucré à glumes plus ou moins velues foncées ou noires et probablement d'une façon générale des Sorghos à glumes grises ou noires. Sauf le *Mil à chandelles*, Millet perle (*Pennisetum typhoideum* Rich.), les autres Millets; *M. à grappes* (*Panicum italicum* L.), *M. commun* (*P. Miliaceum* L.), n'ont ni des glumes grises couleur de fumée, ni des glumes presque noires. Or il existe un Sorgho doura à gros grains plats et blancs, à glumes grises et bien des variétés à glumes foncées noires ou presque noires et il semble qu'il s'agisse là comme dans Hérodote, des Sorghos qui sont encore cultivés de nos jours dans ces régions.

Comme je l'ai signalé dans le chapitre « Histoire du Sorgho », il semble bien que cette plante et le Mil à chandelles soient figurés dans les bas-reliefs du palais de Sennacherib (début du VII^e siècle avant notre ère), rapportés à Londres par Layard, des ruines de Kouyoumdjik (ancienne Ninive).

Ibn-al-Baytar, *Traité des Simples*, traduction Leclerc, II, n° 996, pp. 146-147, 1881, dit دُرَّة Dorra sorgho, page 146, c'est une espèce de graine fournie par une tige beaucoup plus grosse que celle du Froment et de l'Orge, à feuilles plus épaisses et plus larges.

D'après El-Madjoussy, le meilleur est celui qui est blanc et lourd. Il est froid et sec, aussi arrête-t-il le dévoïement (1). Employé extérieurement en cataplasme, il refroidit et dessèche.

Leclerc ajoute en note : On sait l'usage du *Holcus dorra* en Egypte. L'auteur du *Ma-la-iessà* compare le Dorra à la Canne à sucre et le dit très commun dans l'Inde.

Ibn-al-Awam, dans son *Livre de l'Agriculture*, traduit de l'arabe par J.-J. Clément-Mullet, Paris, 1866, écrit :

ARTICLE 4. — *Manière de semer le Millet à épis, le Panic, Dochn (1) en terrain arrosé ou non arrosé.*

(1) On a, en effet, remarqué que certaines variétés de Sorghos ont les grains plus ou moins astringents. Les grains colorés des Sorghos sucrés sont dans ce cas.

On discute pour savoir si le dochn n'est pas la plante nommée « djavarisch » (1). On en compte plusieurs espèces : le « blanc », qui est connu sous le nom de « gharnouqi », le « rouge » et le « noir ». On a dit aussi que le « dochn » était une espèce de « dou-rah ». Il se plaît dans les terres grasses, substantielles, dans les alluvions légères, quand elles sont mêlées de sable et fraîches par nature. On sème le panic dans les premiers jours de mars, en terrain élevé, dans une terre bien cultivée. On remue au commencement de mars, avec l'araire, cette terre qui doit être dans une bonne condition moyenne d'humidité, ni lourde, ni légère, puis on sème le Millet. Quand le terrain est susceptible d'être arrosé, on le fait ; et, la terre se trouvant dans une bonne condition de moiteur, on fait le semis, puis on arrose. Quand la graine est levée et que le plant est arrivé à une certaine hauteur, on donne un binage ; on fait attendre l'eau, puis on arrose jusqu'à ce que la graine soit formée et bien pleine ; puis, on moissonne, on fait le dépiquage ou battage, la ventilation, et on resserre.

Suivant Lambouschad, il faut semer ces deux graines, le « panic » et le « djavarisch », dans une terre très mouillée et chaude, parce qu'elles s'écartent beaucoup, et qu'elles couvrent la terre de leurs pousses. Il faut sarcler et enlever les mauvaises herbes ; c'est ce qui constitue le principal de leur culture, et qui contribue le plus à la richesse du rendement et du produit. On sème depuis le 20 d'adar (mars) jusqu'à la fin de nisan (avril). Le mode de fumure est le même que pour le Millet ; il en est encore ainsi pour l'arrosage qui doit être un peu plus abondant. Il est plus facile de garantir le « panic » et le « djavarisch » des accidents que le Millet. On enlève l'écorce de ces deux graines, on les fait cuire avec du lait et elles donnent un très bon mets. Quand on veut faire cuire ces graines, il faut employer beaucoup d'eau et

(1). D'après J.-J. Clément Mullet c'est le panic, le Millet en épi, à panicules rapprochées, *Panicum italicum*, Linn., *ελυμος* des Grecs, Diosc., II, 120 Spreng., H. Herb., L. 79 דָּחָן de la Bible, Milium de Pline, XVIII, 10, où sont indiquées les nuances qui le sont ici. V. Matthioli, pp. 126 et 127. Bové, *Cult. d'Egypte*, p. 33 applique ce nom au *Penicillaria typhoidea* (en arbre. Arabe : جاورس, d-jâours ; persan : غاورس, gaours.

faire bouillir longtemps. Quand l'eau s'évapore, on la remplace au fur et à mesure par du lait.

ARTICLE 7. — *Manière de faire du pain avec du panic d'après l'Agriculture nabathéenne.*

On procède à la panification du panic en mouillant la farine avec de l'eau chaude ; en même temps il faut la détremper en la manipulant sans interruption. On met ensuite sur le feu cette bouillie saturée d'eau, jusqu'à évaporation complète. On pétrit alors, en ajoutant une certaine quantité d'amidon (1). On opère le pétrissage jusqu'à ce qu'il soit au complet ; puis on achève la panification ; le pain qu'on obtient du panic est moins nourrissant que celui que rend le Millet (Diosc., II, 120). J'ai, dit l'auteur (Ibn-al-Awam), fait préparer chez moi de la bouillie de farine de panic ; j'en ai mangé une partie, tandis que l'autre est restée. Le lendemain, ce reste a été converti en pain qu'on a fait cuire au four ; on en a obtenu un pain moelleux et agréable. Tous les inconvénients qui pourraient résulter de l'usage du pain de ces deux graines (du panic et du djarvarisch) peuvent être neutralisés si on le mange avec de la graisse, du beurre, de l'huile, du lait ; ce sont les substances qui peuvent particulièrement les assainir, soit qu'on les mange avec de la graisse ou avec le pain qui en provient. Elles jouissent d'une propriété toute spéciale pour faire passer le djarvarisch d'une mauvaise condition à une bonne. Voyez ce qu'en dit Junius dans le chapitre XVIII, sur le panic qu'on sème dans une terre sableuse et basse. La semaille en est différée jusqu'à l'équinoxe du printemps, ainsi qu'on le lit vers la fin.

ARTICLE 8. — *Manière de cultiver le Dourah ou Millet, en terrain arrosé et en terrain qui ne l'est pas ; il est appelé, en persan, Djarvarisch (2).*

(1) نشا nascha, amidon, amyllum, abrégé du persan نشاسته naschastadj, c'est l'amidon lui-même qu'on ajoutait dans une certaine proportion pour déterminer l'agglutination des molécules de la farine du panic et du Millet, comme on le voit page 81, texte 79 trad. On devait le pulvériser, ce qui indique qu'il avait, comme chez nous, de la consistance, V. dans Pline, XVIII, 17, comment les habitants de l'île de Chio préparaient l'amyllum ou amidon.

(2) D'après J.-J. Clément Mullet, c'est le Millet, *Panicum milia-*

Il y a deux sortes de Millet : l'un est blanc ; c'est suivant Abou'l-Khair et autres, la meilleure espèce ; l'autre est noir. Ce qui lui convient, c'est un sol gras, substantiel, frais, et les terres d'alluvions. La terre non arrosée qui convient au Froment convient aussi au Millet. Il aime qu'on l'arrose avec de l'eau douce. L'époque pour le semer, c'est le mois de mai. On le sème en carreaux fumés, en le tenant clairsemé. On opère, dit Abou'l-Khair, comme pour le radis.

Suivant Ibn-el-Faël, il ne faut point donner de l'eau quand le Millet commence à pousser, car c'est nuisible ; la pluie, si elle vient à tomber dans ces circonstances, lui est également défavorable ; il en est de même pour le panic et le bendj (1). On donne de l'eau seulement quand la plante a poussé partout également et qu'elle a atteint la hauteur d'un « empan » (0 m. 23). On donne un binage et on éclaircit le plant de façon qu'il se trouve entre chaque pied un intervalle d'un « empan au moins, parce qu'alors il peut se développer (à loisir). On donne de l'eau, puis on laisse jusqu'à ce que le terrain soit sec et que le besoin d'irrigation se manifeste par des signes indicateurs, c'est-à-dire une nuance sombre répandue sur la plante ; alors, on arrose, on recommence ultérieurement, puis une troisième fois ou à peu près. Ainsi traité, le Millet atteint son complément de croissance et sa maturité, Dieu aidant de sa volonté. Si on repique ailleurs ce qu'on a arraché pour éclaircir, on obtient un bon résultat. Le Millet se sème en mars dans les terrains élevés, ainsi qu'en avril et dans les premiers jours de mai, dans une terre bien cultivée, moyennement mouillée par une pluie douce qui aura précédé. Quand la graine est levée et qu'elle a poussé bien également, on

ceum Linn., *ζέγγρος*. Diosc. 11-119, *Holcus durah* Forskal, qui serait le véritable *djouarisch* du persan. Le Millet noir dont il va être question est peut-être celui dont parle Pline comme importé de l'Inde, et qui est le Sorgho. Pline, XVIII, 40 et Hard., note 23.

(1) Donné par Ibn-al-Awam, art. IX, trad., page 80, comme une espèce de Millet, dont le grain dépourvu d'écorce sert de nourriture aux habitants de l'Abyssinie et de diverses populations qui en font aussi usage. On le mange avec du lait à cause de son âcreté et de sa sécheresse. Les travaux de culture à lui donnés, sont les mêmes que ceux décrits précédemment, pour le Millet. On emploie quatre rotls (1 kgr. 465,74) de grains pour 100 carreaux.

donne un binage, on enlève toutes les mauvaises herbes, et, quand l'épi est bien plein et qu'il arrive à son point de maturité, on recueille les épis au fur et à mesure qu'elle se manifeste ; on fait sécher, puis on extrait le grain de l'épi. Si on sème ensemble le panic et le fenouil, ils réussissent bien, sans que l'un nuise à l'autre.

Suivant l'*Agriculture nabathéenne*, le Millet est une culture d'été, et l'auteur dit : Dans nos climats, nous le semons depuis le 24 d'adar (mars) jusqu'à pareil jour de nisan (avril), en observant que ce qui est semé en adar et au commencement de nisan réussit beaucoup mieux ; cependant, ce qui est semé plus tôt vient bien aussi. Le Millet exige une eau abondante et continue, à peu près autant que ce qu'exige le Riz, qui, pourtant, en demande encore davantage. Le Millet veut, quand il est levé et qu'il a atteint une certaine hauteur, qu'on l'allège dans ses feuilles si on voit qu'elles s'étalent trop et que la tige prenne du diamètre ; on pratique cette opération toutes les semaines ou environ, quand la plante a atteint tout son développement et sa hauteur totale.

Suivant Lambouschad, il faut semer le Millet vers la fin de nisan (avril) et dans le mois d'ayar (mai) pendant toute sa durée. Le semis se fait de deux façons : la première en répandant la graine à la volée, puis la couvrant de terre végétale et donnant de l'eau. Par la seconde on mêle la graine à de l'argile qui est déjà un peu sèche ; on en fait de petites boules qu'on plante en ligne (dans des trous), laissant entre chacune d'elles environ deux ou trois empan (de 0 m. 46 à 0 m. 69) ou plus, puis on arrose, remplissant les ouvertures (des trous) avec ce qui se présente et qui peut convenir. On donne de l'eau de façon à couvrir. Quand la plante a atteint la hauteur d'un empan (0 m. 23) et même un peu moins, on répand par dessus un engrais pulvérulent composé avec de la bouse de vache qu'on a fait pourrir avec des feuilles de courges, d'althéa, de sorbier et de jujubier. Ce dernier jouit de la propriété de servir d'intermédiaire pour faire arriver au Millet l'énergie des substances auxquelles il est mêlé, précisément comme le vin qui, mêlé à l'eau, arrive ainsi dans les parties du corps de celui qui le boit. On administre par la pulvérisation cet engrais

après que la putréfaction des substances a été complète et qu'on les a fait sécher et réduire en poudrette. On peut donc semer le Millet à la volée ; c'est moins fatigant pour celui qui en a beau, coup à semer. Le Millet jouit d'une propriété nutritive qui convient très bien à l'espèce bovine et caprine ; quand on leur fait manger les feuilles en vert ou qu'on les donne en fourrage, les animaux acquièrent promptement une bonne graisse. Les poules aussi s'engraissent quand on les nourrit de Millet. Le Millet, comme le Riz, cause une grande altération à celui qui en a mangé ; aussi on doit se garder d'en user avec des salaisons.

D'après l'*Agriculture nabathéenne*, on fait avec le Millet un pain à peu près aussi nourrissant que peut l'être celui de Riz ; le pain de Millet a un goût plus agréable que celui de Riz. Il est nécessaire pour amener l'agglutination des molécules de la farine du Millet, quand on veut la pétrir, de recourir à un intermédiaire, et d'y mêler une certaine proportion de farine de Froment, lavée dans l'eau deux ou trois fois, ou bien de l'amidon, ce qui est encore le meilleur procédé pour amener l'agglutination. On fait la pâte et le pain de la manière suivante : on verse de l'eau chaude dans un grand vase de terre ou de bois, sans interruption, en ajoutant la farine nouvelle par petites quantités, continuant à frapper sans cesse et rapidement avec le morceau de bois, avant que l'eau ne se refroidisse (litt. pour que l'eau ne soit pas refroidie).

Quand toute l'eau est absorbée par la farine, on introduit la quantité de farine de Froment citée précédemment ou d'amidon réduit en poudre, en proportion de la quantité de farine, c'est-à-dire le dixième ou un peu plus. On bat le tout jusqu'à ce que le mélange soit bien complet ; on ajoute encore de la farine de Millet et on continue à battre vigoureusement, jusqu'à ce qu'on ait obtenu la consistance d'une pâte molle ; à partir de ce moment, on continue le pétrissage à la main jusqu'à ce qu'on ait atteint les limites de la pâte sèche. On couvre la masse d'un vêtement et on laisse reposer une heure, pour que la fermentation s'établisse, puis on complète la panifi-

cation. On doit pétrir la farine de Millet avec de l'eau chaude; sans jamais user d'eau froide autant que faire se peut; on y ajoute une certaine quantité de levain tiré de la propre farine de Millet ou de celle de Froment ou bien d'Orge. Le moyen d'assainir (litt. le remède pour) le pain de Millet, de Riz, de Panic, de Djouarisch, de Fève, de Lentille, de Haricot mungo, de Haricot ordinaire, c'est d'en user avec des viandes grasses ou du beurre, des huiles (de diverses espèces), de le couper en morceaux dans du lait, d'y ajouter de l'huile, et de le manger ainsi préparé.

Il n'est donc pas douteux qu'aux époques où vivaient ces auteurs, les Sorghos et Mil à chandelles aient été cultivés en Asie Mineure et en Arabie.

Nous n'avons aucune figure explicative dans les textes. Cependant, il semble que les figures des bas-reliefs assyriens (pl. 1) soient précisément l'illustration de ces textes. Nous pouvons suivre ainsi la culture de ces plantes, depuis le début du VII^e siècle avant notre ère jusqu'à nos jours, dans ces pays où ces intéressantes Graminées rendent encore tant de services, où, même, en certains points, elles permettent aux hommes de vivre.

INDES.

L'Inde vient immédiatement après l'Afrique pour la culture du Sorgho. Les variétés cultivées y sont nombreuses et l'importance de cette culture est telle, aux Indes et en Birmanie, qu'on évalue à environ 10 millions d'hectares la terre cultivée en Sorgho, chaque année, dans l'ensemble de ces deux pays. Bien que cette culture y soit très ancienne et que le grain de Sorgho soit une denrée importante pour l'alimentation humaine, les variétés des Indes ne paraissent pas avoir été sélectionnées ni améliorées quant à la production du grain. Les moyennes obtenues sont faibles. Les meilleures statistiques anglaises donnent 10 boisseaux à l'acre, ce qui correspond à environ 9 hectolitres ou 600 kilogrammes à l'hectare, rendement tout à fait insuffisant pour un sol qui ne semble pas particulièrement appauvri, malgré des siècles de culture. Les méthodes de culture sont primitives et

beaucoup de pertes sont dues à la sécheresse, aux champignons, aux insectes et aux oiseaux.

Le nombre des variétés cultivées est énorme et les noms donnés dans les différentes régions sont bien plus nombreux encore. Plusieurs noms sont fréquemment appliqués à une même variété.

Beaucoup de variétés hindoues se rattachent plus ou moins aux Douros bien qu'aucune ne soit absolument identique au Douro type. Les grains sont pour la plupart blancs ou jaune pâle, très peu sont rouges. Les panicules petites, tassées et compactes ; les grains sont petits, les plantes elles-mêmes étant à la fois petites et trapues. Les grandes variétés ont le désavantage d'être tardives. Quelques autres sont courtes mais donnent des grosses tiges ; leur précocité n'est pas plus grande. Ces variétés sont caractérisées par une panicule compacte. Une ou deux variétés de grande taille donnent deux grains. Elles ont deux fleurs fertiles qui produisent deux grains dans chaque épillet au lieu d'un comme c'est généralement le cas pour les Sorghos.

On pourrait peut-être trouver dans le centre et dans le nord de l'Inde quelque variété intéressante.

En dehors des formes « Douro », un seul petit groupe mérite l'attention, c'est celui des « Shallus » qui se rapporte à la variété *Roxburghii* de Hackel.

Dans tous les ouvrages sur l'agriculture de l'Inde concernant le Sorgho, il est fait mention d'un Sorgho semé à l'automne ou « Rabi ». Alors que tous les autres Sorghos sont semés indifféremment au printemps, en été ou en automne, le « Rabi » au contraire se sème seulement en septembre-octobre pour être moissonné en février-mars suivants. Ce « Rabi » serait surtout constitué par une seule variété ou groupe de variétés très proches les unes des autres appelée ordinairement « Shallu » ou « Shalu ». Ce « Rabi » est largement cultivé dans la résidence de Bombay et un peu ailleurs.

Les « Shallus » sont caractérisés par des tiges plutôt frêles, des panicules lâches grosses et pendantes, des épillets ovales, jaunâtres ou couleur paille.

Il y a une grande analogie entre les grandes variétés de l'Inde

et les variétés élevées d'Abyssinie. Des relations commerciales ayant existé de tout temps entre l'Inde et l'Egypte il n'y a rien d'étonnant à ce que des céréales aient été échangées entre ces deux pays et somme toute on pourrait admettre pour le Sorgho une origine indienne aussi bien qu'africaine. Les écrivains agricoles de l'Inde ont signalé que des variétés spontanées voisines d'*Andropogon Alepense* (*Sorghum Halepense* Pers.) étaient apparues dans des cultures, comme le Sorgho menu de Trabut.

Quelques Sorghos sucrés d'importation récente sont aussi cultivés dans le nord de l'Inde.

La principale région de culture du Sorgho est le centre de la Péninsule. Dans une zone qui s'étend du nord au sud du plateau de Melva, par l'Etat de Haïderabad, jusqu'à la partie nord du plateau de Mysore, le Sorgho occupe la moitié de la surface totale cultivée en céréales. Dans certaines autres contrées : le district de Radjpoutana, la province de Bérard et l'ouest de l'Etat de Haïderabad, la surface cultivée en Sorgho va jusqu'à 70 p. 100 de la surface totale cultivée en céréales.

L'axe nord-sud de la région de culture passe vers le 77° de longitude est.

Le Sorgho est un peu cultivé dans les localités favorables à la culture du Riz. Il manque totalement sur la côte ouest, ainsi qu'au Bengale, en Assam et en Basse-Birmanie. On le retrouve dans une région humide de Haute-Birmanie. Il y occupe une grande partie de la surface de culture. En général, il se trouve dans les régions de climat humide, où la hauteur de pluie oscille entre 508 et 1.016 millimètres.

La limite est suit le 80° de longitude, depuis la côte jusqu'à l'Etat de Népaül. Au delà de cette ligne, il diminue d'importance pour faire place au Riz. C'est la même chose dans la zone qui se trouve au pied de l'Himalaya.

Dans la région ouest, du côté des steppes de l'Indus, il fait place au Mil à chandelles (*Pennisetum typhoïdeum* Rich.), dans les parties sèches, et au Riz dans celles qui sont très arrosées ; surtout dans la province de Sind.

Les plaines de l'Indus, à l'ouest de la rivière Sutladje, affluent

de l'Indus, sont les seuls terrains où il est très irrigué. En général, il pousse sans aucune irrigation et sa répartition géographique n'est réglée ni sur la nature du sol, ni sur le climat.

Dans les provinces réunies d'Agra et de Oude, les sols compacts sont favorables au Sorgho. Les meilleures récoltes poussent dans les terres noires du Bundelkhund, au centre de l'Inde. Dans ce pays le Sorgho prend parmi les cultures d'été une place analogue au Froment, parmi les cultures d'hiver, en tenant compte, bien entendu, des qualités du sol. Tandis que l'Orge et ses variétés peut-être mise en parallèle avec le Mil à chandelles.

Dans le district de Nellor on a remarqué que l'irrigation, tout en augmentant le rendement en grain et en favorisant la maturité, rend la paille longue et dure et donne du fourrage moins apprécié que celui qui est récolté sur des terres non irriguées. Dans le sud de l'Inde, le Riz et le Coracan donnent beaucoup moins de fourrage lorsque la semence est arrosée que dans le cas contraire. Le Millet d'Italie (*Seteria Italica* Beauv.), donne, quand la plante est arrosée, un fourrage plus tendre et de plus grande valeur.

Le Sorgho est beaucoup cultivé comme fourrage vert dans les districts de Coimbatore, de Madura et de Tinnevely. Il est semé dru et fauché avant la maturité. Les rejets qui poussent après la première coupe permettent d'en faire une deuxième.

Dans le Bérar, les tiges grêles sont coupées avant qu'elles n'aient leurs panicules.

Plusieurs variétés de Sorghos à fourrage existent dans la présidence de Bombay et sont décrites par Mollison dans toutes leurs particularités et modes de végétation. Ils diffèrent beaucoup entre eux, suivant qu'ils sont dans des régions arrosées ou non arrosées, suivant la saison et le climat humide ou sec.

Là, on gagne à faire encore une deuxième coupe. Aucune autre plante ne donne un aussi bon rendement que le Sorgho. Il est particulièrement précieux pour les animaux domestiques dans la saison sèche et chaude. Dans les provinces réunies d'Agra et de Oude, le Sorgho est semé parfois comme fourrage et coupé avant

maturité, pour le bétail. C'est pour ainsi dire le seul fourrage qui soit d'un bon rapport.

Cette culture est surtout cantonnée comme culture principale dans les régions ouest, entre le Gange et la Jumna où le bétail est bien meilleur que dans les autres contrées.

Dans le Penjab, le Sorgho est aussi très souvent employé comme fourrage et, dans ce but, semé très épais.

Dans tous les pays, en général, la paille de Sorgho mûr est très employée pour la nourriture des bestiaux. Les animaux le préfèrent à toutes les autres pailles de céréales.

Le Sorgho est généralement cultivé simultanément avec d'autres plantes, et cela, dans l'Inde entière.

Dans la province d'Agra et d'Oude, il est mélangé surtout avec le *Cajanus indicus* Sprengel. Légumineuse arbustive, cultivée dans tous les pays chauds. Le *Sesamum indicum* L., Sésame, Bignoniacée oléagineuse et les petites Légumineuses : *Vigna Catjang* Walp., *Phaseolus mungo* L., *Phaseolus radiatus* L., qui forment dans les champs de Sorgho une culture intercalaire.

Toutes ces plantes ne donnent d'un faible rendement lorsque le Sorgho réussit, mais sont d'un excellent rapport lorsqu'il souffre de la sécheresse. Celui-ci est plus sensible à la sécheresse que ses commensaux à racines plus profondes.

Dans ces cultures, le Sésame et les Légumineuses sont d'abord récoltés et battus. Le Sorgho est moissonné seulement une quinzaine plus tard en coupant les panicules et en laissant les tiges sur les champs, pour les faucher ensuite, lorsqu'on a le temps. Les panicules sont piétinées par le bétail.

Dans la présidence de Bombay, le Sorgho d'été est accompagné de plusieurs autres plantes.

Dans le Gujrat, elles sont très variées, d'abord les Légumineuses : *Cajanus indicus* Spr., *Cyanopsis psoralioïdes*, *Phaseolus aconitifolius*, *Phaseolus Mungo*, *Phaseolus radiatus* et *Vigna Catjang*, puis les plantes oléagineuses, le Ricin, *Ricinus communis* (Euphorbiacées) ; le Sésame, *Sesamum indicum* (Bignoniacées), ainsi que les textiles, le « Da », *Hibiscus cannabinus* et le Coton, *Gossypium herbaceum*, qui appartiennent tous les deux

à la famille des Malvacées. Toutes ces plantes ne sont pas semées ensemble, mais suivant les tendances et la fantaisie des indigènes.

Dans le Decan, on cultive le *Cajanus indicus*, le *Phaseolus radiatus*, le *Sesamum indicum* et l'*Hibiscus cannabinus* dans les terrains moyens et dans les terrains légers, le *Phaseolus aconitifolius*, le *Dolichos biflorus* de temps en temps, le *Guizotia abyssinica*. En général, les Légumineuses sont récoltées avant le Sorgho.

Le *Phaseolus radiatus* mûrit généralement avant les autres Légumineuses.

Au contraire, le *Phaseolus aconitifolius*, dans un terrain moyennement léger, mûrit plus tard que le Sorgho.

Les gousses du *Vigna Catjang* (Chaoli) et du *Phaseolus mungo* (Mug.) sont généralement cueillis avant la maturité et mangés comme légume. L'*Hibiscus cannabinus* est généralement laissé sur les champs après la maturité du Sorgho. Dans quelques parties du plateau du Decan, on cultive le Sorgho avec un mélange de Légumineuses, tous les ans dans le même terrain.

Dans le Broach, le Sorgho d'hiver est généralement semé seul. Si, à cause des pluies favorables de septembre, il est semé un peu plus tôt que d'habitude, on lui adjoint un peu de *Cajanus indicus* du Sésame et aussi du Chibbi.

(Le *Chibbi* est une petite Concombre qui, avec l'humidité favorable de décembre et de janvier, s'étend dans les champs de Sorgho et rapporte beaucoup.)

Dans le Decan et le sud du pays des Mahrattes, on cultive le Carthame (*Carthamus tinctorius*, L., Composés), dans les champs de Sorgho.

Ces plantes ont des feuilles et des bractées piquantes qui éloignent les bestiaux et les empêchent de toucher à la plante principale.

Le Carthame donne lui-même ses pétales tinctoriaux, utilisés dans les fards et colorants alimentaires, et ses grains oléagineux qui fournissent environ 25 à 27 p. 100 d'une huile comestible.

On sème aussi le Lin, en sillons, comme plante intercalaire, en rangs séparés.

Dans le Bérar, le Sorgho est rarement semé seul. Il est le plus souvent mélangé avec les plantes suivantes :

Cajanus indicus, *Phaseolus Mungo*, *Phaseolus radiatus*, *Vigna Catjang barbati* (Légumineuses) ; *Sesamum indicum* (Bignoniacées) ; *Hibiscus cannabinus* (Malvacées) ; *Pennisetum typhoideum* (Graminées) ; *Panicum miliare* (Kutki) ; *Paspalum scrobiculatum* (Kodo) (Graminées) ; on alterne ordinairement avec des Cotonniers. Cet assolement est favorable aux deux plantes, particulièrement dans les terrains légers.

Dans le Decan, plus le sable est léger, plus on mélange de Légumineuses au Sorgho, *Phaseolus Mungo* (green grain) et Sésame (Gingellys) et l'*Hibiscus cannabinus* du Decan sont mélangés aux semences de Sorgho dans des proportions variables, tandis que : *Cajanus indicus*, *Dolichos lablab*, *Vigna Catjang* et *Ricinus communis* sont semés en rangs intercalés.

Dans le district de Bellari, on sème le Carthame au bord des champs pour éloigner les bestiaux.

L'assolement indou Coton-Sorgho est le pendant de l'assolement américain Coton-Maïs. Il est très usité dans la province de Madras. Il serait à pratiquer dans notre Afrique occidentale française, où la culture en ligne de l'Arachide entre les rangs de Sorgho serait aussi à faire, à l'imitation de ce que font les Américains, avec le Maïs et l'Arachide.

Dans les terrains légers le *Ricinus communis* et le *Dolichos biflorus* sont de bonnes plantes à cultiver avant le Sorgho.

On trouve en Birmanie septentrionale, en terrain très sec, une région de culture du Sorgho complètement isolée. En ne considérant pas le district montagneux de Pakkoku Chin Hills dans lequel le Maïs est la culture la plus importante, le Sorgho dépasse le Riz comme étendue, et se place au premier rang des céréales cultivées dans ce pays.

CHINE, MANDCHOURIE ET JAPON.

En Chine le Sorgho est appelé « Kōa leang » « Kao liang » ou « Kaolian » (grand Millet) pour le distinguer des différents petits Millets des genres *Panicum*, *Chaetocloa*, *Setaria*.

Sauf l'unique variété saccharine, toutes les formes chinoises appartiennent au seul groupe des « Kao-liang » caractérisé par des tiges grêles à moelle sèche de 1 m. 50 à 3 m. 50 de haut, avec des panicules oblongues quelque peu ouvertes de 15 à 30 centimètres de haut.

Les variétés employées dans l'alimentation humaine sont divisées en : « Koaliang brun » le plus commun, à grain brun et glumes noires ; « Kao-liang à glumes noires », à grains blancs et glumes noires ; « Kao-liang blanc », à grains blancs et glumes pâles ou verdâtres.

La plupart des variétés chinoises ont des grandes tiges. Il est probable que les Chinois les ont sélectionnées pour avoir, en même temps qu'une récolte de grains abondants, une abondante moisson de tiges qui leur servent de combustible et qu'ils savent utiliser pour couvrir les maisons, en vannerie, etc... à la place du bambou (pl. 5).

Il existe aussi des formes naines, qui, sans produire une récolte de grains très abondante, sont très précoces et pourraient donner naissance par hybridation et sélection à des variétés intéressantes pour l'Afrique du Nord, la France et l'Europe méridionale.

Une forme à grains bruns, dont les brins de la panicule sont allongés, est employée dans la confection des balais et des brosses.

Cette forme paraît se confiner au nord-est de la Chine proprement dite, aux confins de la Mandchourie, entre le 38° et le 41° degré de latitude Nord où il est très répandu. Ce grain est employé comme aliment pour l'homme, les tiges et les feuilles comme fourrage ; on brûle aussi les racines.

Toutes ces variétés chinoises sont assez différentes de celles des autres régions telles que l'Inde et l'Afrique. Il semble que

l'introduction de cette plante en Chine soit très ancienne.

D'après de Candolle, le premier ouvrage chinois qui en parle date du i^{er} siècle de notre ère. Cet âge est relativement récent, il est suffisant pourtant pour expliquer des variations importantes, surtout dans un pays comme la Chine où l'agriculture a toujours été en honneur.

La variété dont on a le plus parlé est le *Sorgho sucré* qui fut importé en France en 1851 par M. de Montigny de l'île de Chung-Ming, qui se trouve dans l'estuaire du Yang-tsé, aux environs de Shanghai, par 32° de latitude Nord.

Cette plante, cultivée en petite quantité uniquement pour le marché de Shanghai, est caractérisée par une longue tige grêle portant environ treize feuilles et une panicule largement conique, dégagée, avec des rameaux plus ou moins tombants à la maturité. Le grain est légèrement brun et enveloppé complètement dans des glumes noires brillantes.

L'*Ambré hâtif de Minnesota* aurait été trouvé en 1859 comme curiosité dans un champ de Sorgho sucré chinois cultivé en territoire indien aux Etats-Unis. Il a donné lui-même naissance à l'*Ambré rouge*, plus hâtif encore que lui.

D'après Léon de Rosny, les traités classiques d'agriculture chinois et japonais contiennent plusieurs chapitres consacrés aux Sorghos.

Les noms vulgaires chinois et japonais du Sorgho se sont étendus successivement à des Graminées qui ne sauraient être rattachées à cette espèce. Ainsi, le Maïs renferme dans son nom japonais ou chinois le terme généralement attaché aux Sorghos. Les Japonais, qui sont les maîtres de l'Extrême-Orient, en matière d'agriculture, cultivent le Sorgho pour en extraire le sucre et l'alcool.

Sous le nom de *Kibi*, les Japonais désignent plusieurs variétés de Sorghos.

Il paraît certain que le « tsi » 稷 des Chinois correspond au Kaolian à grain et leur « chu » 黍 au Sorgho sucré.

D'après le P. Fr. S. Couvreur, *Diction. Fr.-Chin.*, imp. miss. cath. Ho Kien Fou, Challamel, dép., Paris, 1908, les expres-

sions suivantes sont employées, en langue mandarine pour désigner les :

Sorgho 高粱 *Kaō-leāng*.

S. blanc 白高粱 *Pè* —

S. rouge 紅高粱 *Hông* —

Au nord de la Chine, dans la région de Tientsin, Pékin et le Petchili, les habitants se servent des tiges de Sorgho pour le chauffage domestique. Ils ont des foyers, tout en longueur, qui passent sous les planchers, en dalles ou en terre. Le même foyer chauffe trois ou quatre pièces. La cheminée passe dans le sol de chaque pièce au rez-de-chaussée.

Le grain est employé pour la nourriture du bétail et des chevaux et aussi à faire de l'alcool.

Le *Kao-liang* et le *Millet* jouent, en Mandchourie, le rôle du Riz au Japon, comme aliment indigène.

La production du *Kao-liang* s'élève, en moyenne, à 45.750.000 hectolitres en Mandchourie méridionale, particulièrement dans la province de Moukden.

Il est la base de l'alimentation humaine, un bon fourrage et la matière première d'une importante fabrication d'alcool.

Le *Millet*, qui est cultivé partout, est la nourriture fondamentale en Mandchourie septentrionale où le *Kao-liang* ne saurait réussir ; la production totale de ce grain dépasse 34.800.000 hectolitres par an.

INDOCHINE FRANÇAISE.

Le Sorgho y est très peu cultivé et cependant il pourrait y prendre un certain développement dans la vallée du Mé-kong ainsi que dans les hautes vallées des fleuves côtiers d'Annam quand la culture du Riz n'est pas possible.

A. Camus, dans les Graminées de la *Flore de l'Indochine française*, a décrit plusieurs espèces et variétés trouvées dans cette région (voir *Histoire botanique*).

ILES DE LA SONDE, PHILIPPINES, AUSTRALIE, ILES DU PACIFIQUE.

Java et les îles de la Sonde possèdent une ou deux variétés de Sorgho qui se rapprochent des variétés indiennes.

Aux Philippines, le Sorgho est également cultivé.

En Australie les variétés sont toutes d'importation américaine, indienne et africaine du Sud.

Îles de l'Océanie. — Le « Sudan grass » a été introduit aux Hawaï.

H.-N. Vinall et R.-E. Getty, 1924, signalent que le *Tabucky grass* (*Andropogon sorghum verticillatum*, Stendel, Piper), dont les grains leur ont été adressés par M. Edouard Ahnne, président de la Chambre de commerce de Tahiti, pousse dans cette île à l'état sauvage. On le trouve au long des routes et des criques et dans les terres en friches. Les chevaux et le bétail le recherchaient avec avidité lorsqu'il est jeune. Plus tard, la tige devient trop dure.

Le Sorgho est peu cultivé en Océanie.

Il serait à souhaiter que sa culture soit essayée dans les possessions françaises du Pacifique où les grains concassés pourraient servir à l'élevage des porcs, à la nourriture du bétail et aussi à l'alimentation humaine. Il ne faut pas oublier que les indigènes de nos îles océaniques sont victimes d'une sous-alimentation qui les prédispose à la tuberculose.

L'élevage industriel du porc pourrait être tenté dans ces régions qui devraient être demain, au Pacifique, ce que les îles de la Grèce étaient à la Méditerranée antique.

Le Sorgho, source de grains et de fourrage, serait un élément important pour faciliter l'élevage et le ravitaillement en viandes fraîches des navires de passage.

Il faut nécessairement produire des vivres frais en abondance si nous voulons que les étrangers s'arrêtent chez nous.

Tahiti et les Marquises seront demain le carrefour où les lignes : Australie, Nouvelle-Zélande, Etats-Unis, Canada, croiseront les

lignes : Chili-Chine et Japon, Panama-Australie et Extrême-Orient.

A l'escale importante, les bateaux et leurs passagers doivent trouver tout ce qui est nécessaire à la vie. Il faut que demain l'étranger qui débarquera pour un jour dans ces pays privilégiés, y trouve la cuisine et le sourire de France, et même qu'il y soit bercé par la douce musique française dans un hôtel pourvu du confort moderne, d'une blanchisserie et de jardins ombrés.

Certaines des îles Marquises ont parfois beaucoup souffert de la sécheresse. Pour l'élevage il serait intéressant de cultiver les Mils et Millets dont j'ai parlé à propos de Madagascar : le *Mil à chandelles* ou *petit Mil* (*Pennisetum typhoïdeum* Rich. ou *Penicillaria spicata* Wild.); le *Thef* (*Eragrostis abyssinica*, Link.); le *Coracan* (*Eleusine coracana*, Gaert.) ; le Guinea-Grass des Américains (*Panicum altissimum*, Jacq. ou *P. jumentorum*, Pers.); le *Fonio* (*Digitaria exilis*, Stapf.) qui sont bien adaptés aux climats secs, et aussi le *Millet Commun* (*Panicum miliaceum*, L.); les *Millet à grappes* ou *M. des oiseaux* (*Setaria italica*, Beauv. ou *Panicum italicum*, L.) qui ont besoin d'eau. Toutes ces graminées sont intéressantes comme céréales et comme fourrage.

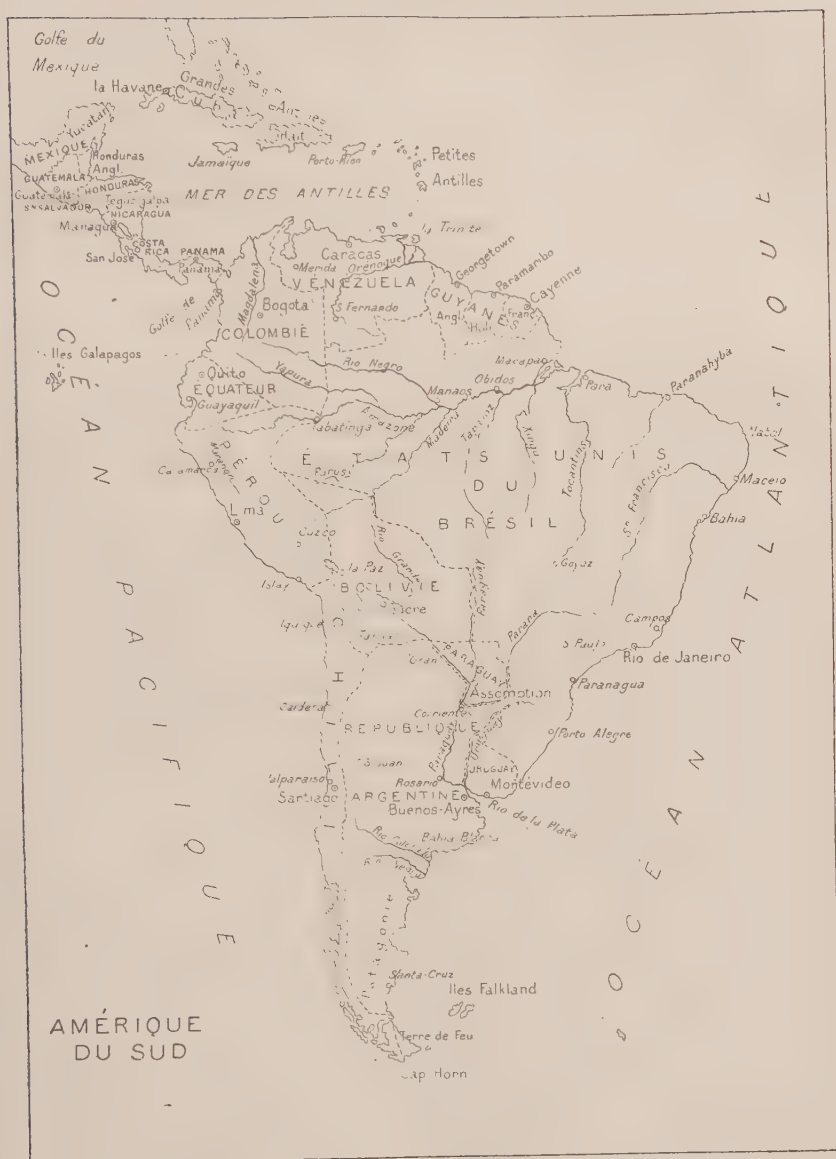
AMÉRIQUE DU SUD.

Aucune variété de Sorghos n'est indigène en Amérique. Même le *Sorghum halepense*, Pers. est une importation, malgré son abondance en Amérique chaude et subtropicale. Le Sorgho à balai est très largement cultivé en Amérique du Sud. Les Brésiliens font une bière avec les grains de Sorgho, la mériza, et une sorte de rhum avec les tiges sucrées fermentées.

D'après H. Vinall et R.-E. Getty, 1921, le Kamerun grass, (*Sorghum arundinaceum*, Stapf. *Andropogon sorghum effusus*, Hackel) a été introduit de Bahia (Brésil) par P.-H. Dorsett. Il est très commun dans cette région où il porte le nom de « Cam-pim de boi » (herbe à bétail). Cette plante, originaire du golfe de Guinée, a été introduite au Brésil par les esclaves.



C. — Panier confectionné avec des tiges de Kaoliang, contenant des radis rouges géants. Vue prise en dehors du mur d'enceinte de Changli, Chihli, Chine, octobre 1907 (cl. Frank N. Meyer)



ANTILLES ET AMÉRIQUE CENTRALE.

On rencontre çà et là, aux Antilles, une variété de Sorgho très voisine du Kafir par l'aspect de la panicule.

Ses feuilles abondantes et ses tiges vigoureuses le font ressembler encore plus aux autres variétés africaines. Il fut introduit de la côte de Guinée en même temps que les esclaves dont il constituait la base de l'alimentation.

Sloane raconte qu'il était largement cultivé en Jamaïque, en 1707. Dans les Antilles anglaises on le connaît encore sous le nom de « Guinea Corn » (blé de Guinée). Dans les Antilles françaises on l'appelle « Petit Millet » et dans le Honduras « May-sillo » probablement « petit Blé » ou « petit Maïs ». Il est généralement cultivé pour l'alimentation humaine dans les classes pauvres et aussi comme fourrage pour les bestiaux. Ses grains sont petits, blancs ou blanc gris perle et les glumes courtes sont le plus souvent noires.

Ce Sorgho est sans doute l'origine des formes connues aux Etats-Unis sous le nom de Mil-Maïs blanc « White Milo-Maize », que Carleton R. Ball proposa d'appeler « Guinea Kafir », « Kafir de Guinée ». Il n'est pas intéressant en dehors de la zone tropicale.

Commercialement on appelle le Sorgho d'Alep, « herbe de Cuba », « Cuba grass » et « Herbe de Guinée », « Guinea Grass ». (Vilmorin-Andrieux, *Les plantes de grande culture*, 1914.)

D'après Capus et Bois, 1912, l'Herbe de Guinée est le *Panicum maximum* (Jacquin) = *Panicum altissimum* (Brouss.).

ETATS-UNIS.

En dehors de la culture du Sorgho à balai qui devient une industrie considérable dans les climats chauds, on ne sait presque rien de l'introduction des Sorghos à grains aux Etats-Unis dans les premiers temps de la colonisation. De temps en temps des variétés diverses furent exploitées sous le nom général

de « Blé chocolat », « Chocolate Corn », comme pouvant être substitué au Thé et au Café.

Mais sauf le « Sorgho à balai », aucun autre Sorgho ne devint céréale de culture permanente avant le milieu du ^{xix}e siècle.

C'est de 1853 que date l'introduction pratique du Sorgho aux Etats-Unis, par William R. Prince, un pépiniériste de Flushing, Long Island, New-York.

En 1856, l'éditeur de *The American Agriculturist* en cultiva une rangée de 75 pieds provenant de grains introduits de France aux Etats-Unis par Vilmorin.

Au printemps 1858 les Agriculteurs Américains distribuaient en paquets d'une livre anglaise 34.500 livres de grains récoltés en Géorgie et venant de grains importés. Cette grande distribution fut suffisante pour éparpiller la variété même à l'étranger.

L'extension considérable que prit cette plante ne tint d'abord ni à la valeur de son grain, ni à sa valeur comme fourrage ou comme plante à sirop, mais au fait qu'on la considérait comme une source probable de sucre cristallisé.

En 1857, Léonard Wray introduisit de France aux Etats-Unis les quinze variétés de Sorgho qu'il y avait introduites en 1854.

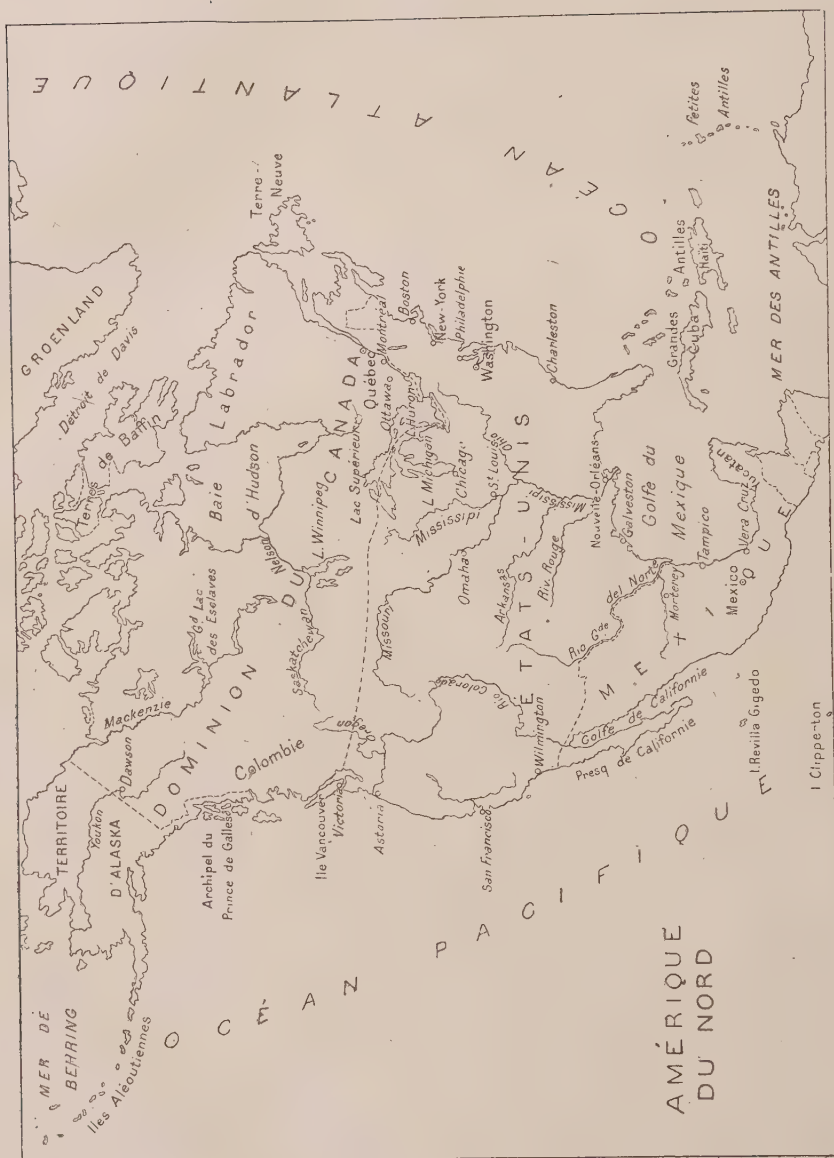
Ces variétés sud-africaines furent d'abord cultivées en Caroline et en Géorgie sous la surveillance de Wray lui-même.

Ces quinze variétés sont connues sous le nom générique d' « Imphée » suivi du nom spécifique zoulou comme il est dit au chapitre Europe. Une seizième variété fut identifiée par Wray. Il la désigna sous le nom spécifique de *Enyama*.

On vendit sous ce nom une variété de Sorgho, à New-York, au printemps 1859. Entre 1860 et 1880 des missions américaines furent chargées de recueillir en Chine des formes nouvelles de Sorgho.

D'autres importations furent faites d'Afrique du Sud et des Indes. En Chine ces missions ne trouvèrent aucune variété nouvelle de Sorgho sucré. On trouva au contraire plusieurs « *Kao-lians* ».

Les importations d'Afrique, bien qu'ayant des appellations



différentes, sont sensiblement les mêmes et ne présentent aucune variété nouvelle. Les variétés importées des Indes étaient sans valeur pour la préparation du sirop et du sucre, elles sont de plus trop tardives, ce qui leur enlève beaucoup de valeur comme céréale ou fourrage.

Toutes ces variétés, largement distribuées, donnèrent naissance à plus de deux cents noms pour les variétés saccharines seulement.

Il en reste, une vingtaine aujourd'hui et une douzaine seulement sont cultivées. L'*Ambré hâtif de Minnesota* et ses formes dérivent directement du *Sorgho sucré chinois*. Il n'est pas prouvé que certaines de ces formes ne sont pas des hybrides de Sorghos d'Afrique ou simplement originaires d'Afrique. Les autres variétés cultivées aux Etats-Unis semblent descendre des variétés du Natal.

On pense que la variété d'origine de certaines variétés actuelles est l'*Orange* et peut-être le *Planter* qui paraissent descendre du *Neezana* du *Koombana* et du *Sorgho sucré* de Chine. D'autres, comme les *Collier*, *Sapling*, *Gouseneck*, *Honey*, etc..., paraissent être des formes africaines sélectionnées.

Les Sorghos sucrés sont actuellement assez peu cultivés pour le sirop, cette industrie n'ayant pas donné, aux Etats-Unis, les résultats que l'on attendait.

La culture de la Betterave et de la Canne a supplanté celle du Sorgho pour la production du sucre.

Les Sorghos sucrés sont au contraire abondamment cultivés pour fourrage. On estimait cette culture en 1908 à un million et demi d'acres, soit environ 600.000 hectares, en particulier dans la région sud des grandes plaines. En 1918, on estimait à environ 2.000.000 d'hectares la superficie cultivée en Sorgho pour fourrage. On cultive l'*Ambré*, l'*Orange*, le *Sumac* et surtout le *Kafir*.

Le *Kafir* et le *Douro* sont d'une importation relativement récente. D'après Carleton R. Ball, la variété d'origine, *White Kafir*, *Kafir blanc* a complètement disparu des cultures.

Il est généralement remplacé par un Kafir plus récent à glumes

noires, *Black hull Kafir* qui fournit les neuf dixièmes de la récolte, le dixième restant étant fourni par le *Kafir rouge* (*Red Kafir*). On cultive également les variétés sélectionnées : *Dawn Kafir* (*Kafir Aurore*), *Sunrise Kafir* (*Kafir Soleil levant*), *Pink Kafir* (*Kafir rose*).

Les *Douros blancs* et autres ont été souvent introduits aux Etats-Unis pendant la période de colonisation, c'est seulement en 1874 que leur culture prit de l'extension en Californie. La culture de ces Sorghos à grain est à peu près aussi importante que celle des Sorghos sucrés. On cultive également le *Fétérita*, Sorgho à grain du Soudan très résistant à la sécheresse et très apprécié des noirs. On y cultive aussi le *Sudan grass* comme fourrage.

Les statistiques américaines estiment qu'en 1918 le Sorgho a été cultivé sur plus de 5.000.000 d'acres, plus de 2.000.000 d'hectares, pour le fourrage et l'ensilage.

CANADA.

Dans la région sud du Canada les variétés sucrées hâtives, *Ambré hâtif de Minnesota* et *Ambré rouge*, sont cultivés comme fourrage.

EUROPE.

Hérodote, 434-406, L. IV, C. 17, dit que les Alazons, qui avaient les mêmes coutumes que les Scythes, cultivaient le Blé, l'Ail, l'Oignon, les Lentilles et le *Mil* (μῆλινος). Les Alazons et les Scythes étaient des peuples qui vivaient dans la Russie méridionale au nord de la Mer Noire. Il semble d'après Hérodote que le *Mil*, μῆλινος, était assez largement cultivé dans le bassin oriental de la Méditerranée.

Il est d'ailleurs impossible de dire exactement à quoi correspond ce mot : au Millet ou au Sorgho ?

On ne sait pas non plus exactement ce qu'était le *Milium* qui servait de nourriture aux Gaulois et à leurs voisins.

Dans son *Histoire naturelle*, Pline, en 70 de notre ère, raconte qu'une variété de Sorgho fut introduite des Indes en Italie environ dix ans auparavant. Sa culture dans ce pays paraît avoir été continuée sans interruption depuis la première introduction. C'est à cette époque ancienne que remonte le nom générique *Surgo* ou *Sorgho*, du latin « *Surgo* », « s'élever », qui fut d'abord appliqué à la récolte.

Il est probable que le commerce intensif de la Grèce et de Rome avec l'Asie et l'Afrique amena quelquefois des grains de Sorgho dans les ports européens de la Méditerranée.

Le Sorgho à balai fut introduit d'Anatolie en Italie, dans le Piémont, en 1204. On l'appelait alors *Meliga* ou *Melica* (Heuzé, 1899).

A la fin du x^ve siècle la culture du Sorgho devint générale dans toute l'Europe méridionale. Elle s'étendit même vers le Nord en France, Belgique, Hollande, Allemagne et même en Angleterre.

Il ne mûrissait pas toujours dans le Nord. Il était connu sous le nom de *Millet indien* ou *Millet rouge*, pour le distinguer des petits Millets. A cette époque le grain était surtout employé pour engraisser les pigeons et les volailles. On s'en servait aussi dans la fabrication du pain des classes pauvres ou paysannes. Ce pain cassant, de couleur foncée, plus ou moins astringent, était regardé comme de qualité inférieure à celui fait avec d'autres Millets. La farine servait à faire un potage au lait. Le Sorgho était aussi employé comme fourrage vert et sec, bien qu'on ait remarqué que des animaux étaient morts après ingestion de plantes vivantes. La moelle un peu sucrée et les fleurs servaient quelquefois en médecine.

La culture d'un Sorgho à balai dérivant de certains Sorghos à panicule lâche se pratique en Italie depuis plus de deux cent cinquante ans.

Gaspard Bauhin, en 1658, dit que les Italiens employaient les panicules frêles et rigides, à maturité, pour faire des balais et des brosses pour les habits ; et que cette coutume était aussi usitée en France.

Ray, en 1688, raconte qu'il a vu vendre ces balais à Venise. On ne sait pas à quelle forme de Sorgho cette variété se rattache. Mais L'Obel, en 1575, a figuré une forme à panicule lâche qui fut copiée par Dodoens, en 1583.

Arduino, en 1786, figure, à côté d'une variété à panicule serrée, une forme plus dégagée que le Sorgho à sucre chinois type et que l'Ambré hâtif. Cette forme pourrait bien être l'ancêtre du Sorgho à balai. Son *Holcus niger* (fig. 21) ressemble à une variété de *Saggina* (pl. 11, C) (Sorgho), cultivée encore en Toscane de nos jours.

La forme introduite en Europe du temps de Pline paraît se rattacher au type *Sorgho sucré*, bien qu'il ne soit fait nulle part mention des qualités de son jus. Ce Sorgho avait des tiges vigoureuses de 7 pieds de haut et de nombreux grains noirs. Cette couleur est celle des glumes foncées qui enferment presque complètement les grains.

Les auteurs du ^{xvi}e au ^{xviii}e siècle qui le mentionnent décrivent ce Sorgho comme ayant des grains rougeâtres et des glumes noires, des tiges de 7 à 10 pieds (2 à 3 mètres) de haut et des panicules de 9 pouces de long (23 centimètres).

De nombreux écrivains du ^xe au ^{xviii}e siècle décrivent le Sorgho à grains blancs cultivé en Asie Mineure, en Arabie et en Mésopotamie, mais aucun ne parle de son introduction en Europe.

C'est vers 1775 qu'Arduino commença à Padoue, en Italie, ses expériences sur la production du sucre de Sorgho. Il poursuivit son étude pendant dix ans, et, en 1786, publia une note dans laquelle il décrivait six variétés botaniques supposées être du Sorgho. Il donna de nombreux renseignements sur leur culture et leur emploi.

Il semble qu'il soit le premier auteur qui récolta et réussit une production de sucre.

Des six variétés décrites une était un nouveau Sorgho sucré venant de Cafrerie ou du Natal en Afrique du Sud. Une autre était le Douro blanc de l'Asie du Sud-Ouest et les quatre dernières étaient des formes cultivées depuis longtemps en Italie.

Tous ces Sorghos furent employés dans l'alimentation humaine et animale et les variétés les plus propres à cet usage furent employées dans la fabrication des balais et sélectionnées dans la suite.

On cultive encore beaucoup le Sorgho en Italie sous le nom général de « *saggina* » (pl. 11, C), qu'il s'agisse du Sorgho à balais, à grain, à fourrage ou à sucre. « *Sagginella* » s'applique à la « *saggina* » fauchée en vert pour le bétail.

FRANCE.

A partir de cette époque les travaux d'Arduino ayant cessé, on ne sait pour quelle cause, le Sorgho fut oublié jusqu'en 1851, époque à laquelle M. de Montigny, Consul de France à Shanghai, introduisit en France un lot de grains de Sorgho sucré chinois provenant de l'île Chung-Ming qui se trouve dans l'estuaire du Yang-Tsé, par 32° de latitude Nord.

De ce lot une seule graine, confiée à M. Robert, pharmacien en chef de la Marine, Directeur du Jardin botanique de la Marine à Toulon, germa. Elle donna six tiges, les grains arrivèrent à parfaite maturité. Ils furent distribués au Comice agricole de Toulon. Un jardinier d'Hyères, qui avait eu sa part des distributions, en récolta l'année suivante 800 grains qu'il vendit 800 francs à la maison Vilmorin qui répandit la variété dans le monde. A cette époque la Société nationale d'acclimatation s'occupa du Sorgho.

En mars 1851, Léonard Wray, planteur de Canne à sucre anglais, se rendit au Natal. Son attention fut attirée par de nombreuses variétés de Sorgho, appelées *Imphée* par les Zoulous, qui les cultivaient pour leurs tiges sucrées. Ces populations primitives ignoraient l'extraction du jus et à plus forte raison la fabrication du sirop et du sucre. Ils mâchaient simplement les tiges sucrées qu'ils pelaient.

Après des recherches laborieuses, Wray importa en France, en 1854, quinze variétés de Sorghos qu'il présenta sous leur nom générique indigène d'*Imphée*, suivi du nom zoulou de chaque

variété. Les noms des variétés publiés par Olcott en 1857 furent les suivantes :

Vimbischuapa, *Eanamoodée*, *E-engha*, *Niazana*, *Boomwana*, *Oomseana*, *Shlagoova*, *Shlagoondee* et *Zimmoomana*, avec quelques descriptions et *Ebothla*, *Booiana*, *Koombana*, *Si-englana*, *Zimbizana* et *Ethlosa*, mentionnées simplement sans descriptions. Une seizième variété fut identifiée plus tard par Wray sous le nom d'*Enyama*.

C'est de ces variétés et de leurs hybrides que descendent la plupart des Sorghos sucrés cultivés en Europe et en Amérique.

Ces deux importations de Chine et d'Afrique du Sud servirent de base aux expériences sur la fabrication du sucre et de l'alcool de Sorgho qui se poursuivirent surtout en Amérique, pendant une trentaine d'années.

Pendant ce laps de temps de nombreux envois de grains furent faits d'Amérique en Europe méridionale, en Espagne en particulier.

Ces variétés sont mal conservées, les hybridations naturelles sont faites au petit bonheur et les produits en sont insuffisants. Avant la guerre le Sorgho sucré était cultivé en petite quantité par les viticulteurs du Midi en bordure de leurs vignes pour remonter les moûts en sucre et par suite en alcool et aussi pour fabriquer leurs piquettes. Mais c'est tout ce qui restait de l'effort fait entre 1850 et 1860.

Avec la guerre et le manque de sucre plusieurs variétés furent réintroduites des Etats-Unis en France.

L'*Amb é hâtif de Minnesota* et l'*Ambré rouge*, le *Collier*, le *Colman*, l'*Orange*, etc...

Les deux premiers réussissent bien jusque dans les environs de Paris où ils mûrissent en cent à cent soixante jours.

Les autres variétés ont bien réussi dans le Midi. Ruby et Semichon concluent que la culture du Sorgho serait intéressante pour faire de l'alcool.

Un *Douro*, *Doura* ou *Dari* blanc de l'Afrique du Nord est aussi quelquefois cultivé pour son grain en Europe méridionale.



Sorgho sucré hâtif de Minnesota cultivé à Morée (Loir-et-Cher)
en terre d'alluvion à fond frais.

Pendant la guerre les grains de *Sorgho à balai* et ceux de *Dari* furent employés à la fabrication de l'alcool.

Le rendement du *Sorgho à balai* est d'environ 20 à 26 p. 100 en alcool à 100° du poids du grain brut.

En France nous avons consommé du pain mélangé de « Dari » et en Italie la farine de Sorgho est encore journellement employée en mélange dans la fabrication du pain.

Nous aurions intérêt en France à essayer et à développer la culture de certaines Graminées voisines des Sorghos, particulièrement adaptées aux régions sèches. L'épreuve de sécheresse des dernières années nous y incite. Il serait intéressant d'essayer dans les régions sèches du Midi de la France la culture du Mil à chandelles, Mil en massue ou Millet perle (*Pennisetum typhoideum*, Rich. ou *Pinicillaria Spicata*, Willd.). Certaines variétés hâtives mûrissent en trois mois. Elles devraient donner des résultats.

Cette plante rustique voisine du Sorgho se développe dans des régions africaines où la pluie tombée ne dépasse pas 15 à 30 centimètres par an. L'abondance des tiges et des feuilles en ferait un fourrage intéressant par les années sèches. La plante jeune a l'avantage de n'être pas toxique même avant la floraison. Elle se développe avec exubérance jusque dans la région parisienne où elle pourrait donner un excellent fourrage en août-septembre, époque où cette nourriture est très utilisée et appréciée dans les élevages. Les terres légères, fertiles, sont celles qui lui conviennent le mieux. On sème en poquets comme le maïs et on donne les mêmes soins. C'est le *Bénitché* des Berbères d'Algérie. J'ai fait à Vanves (Seine) une culture de cette belle Graminée qui dépassait 2 mètres de haut le 15 août 1921. Cette plante supporte beaucoup mieux la sécheresse que le Maïs. Plusieurs épis étaient mûrs en fin septembre.

Le *Coracan* (*Eleusine Coracana*, Gaertn.), de même que le *thaf*, *thef* ou *thief* (*Eragrostis abyssinica*, Link.), qui se contente de terrains peu fertiles et donne des variétés précoces qui mûrissent en quarante-cinq à cinquante jours, devraient être essayés dans les régions méridionales de la France, non seulement comme céréale

mais comme fourrage ainsi que les Millets proprement dits qui mûrissent à Paris : le *M. Commun* (*Panicum miliaceum* L.), et le *M. à grappe*, ou *Millet des oiseaux* ou *Millet à épis* (*Setaria italica* Beauv., *Panicum italicum* L.); dont les hommes préhistoriques des habitations lacustres se servaient pour leur alimentation.

On devrait aussi développer chez nous la culture du *Moha*, (*Panicum germanicum* Mill. Will.), qui est un excellent fourrage, très productif et qui a l'énorme qualité de résister supérieurement à la sécheresse.

Il existe en Kabylie un autre Millet, le *Panicum altissimum* Jacq. ou *P. jumentorum* Pers., que les indigènes appellent *Bechena* comme le Sorgho blanc. Cette plante, qui atteint jusqu'à 2 mètres de haut, a d'ailleurs par sa tige et ses feuilles l'aspect du Sorgho. C'est le Guinea-Grass des Américains. Il est cultivé en grand en Amérique du Sud pour fourrage. Des essais faits autrefois en France ont démontré que cette plante pourrait y rendre des services importants, les grains et le fourrage sont appréciés des animaux.

Il y aurait aussi intérêt à cultiver en France, dans des terrains marécageux, une autre Graminée, américaine celle-là, la *Zizanie*, (*Zizania aquatica* Wild.), dont le grain est très apprécié des canards sauvages de l'Illinois, du Wisconsin, du Michigan et de l'Indiana. Cette Zizanie fournit un fourrage un peu dur dans les terrains humides où la prairie en général ne vaut rien et est encombrée de *Carex* et de *Juncus*. C'est le *Riz du Canada*, l'*Avoine aquatique*, *Water oat*, l'*Avoine sauvage*, *Wild oat* des Américains. Son grain était estimé des tribus indiennes avant la colonisation intensive aux Etats-Unis.

Ces plantes pourraient rendre de très grands services pour la nourriture du bétail. La Zizanie est aussi appréciée pour le rempaillage des chaises.

RÉSUMÉ.

Répartition géographique. — Le grain de Sorgho constitue la principale nourriture des millions d'indigènes de l'Afrique. La cavalerie française du Soudan est nourrie uniquement au Sorgho

qui remplace avantageusement l'Avoine et l'Orge. En Afrique du Sud, les *Kafirs* et *Sorghos sucrés* sont les groupes principaux qui sont représentés par de nombreuses variétés. La plupart des *Kafirs* et autres variétés cultivées aux Etats-Unis furent tirées de cette région. Les types *Mils* et *Douros* dominent en Afrique équatoriale. Les formes *Roxburghii* sont aussi souvent rencontrées, tandis que les *Kafirs* et les *Sorghos sucrés* sont rares. Toutes les formes tropicales sont tardives et peu intéressantes en dehors de leur pays d'origine. En Abyssinie et au Soudan, le groupe *Mil-Douro* prédomine; tandis que le groupe *Roxburghii* diminue d'importance, et que les *Kafirs* et les *Sorghos sucrés* disparaissent comme types indigènes.

En Afrique du Nord on rencontre seulement des types *Douro*. Les formes égyptiennes sont d'origine soudanaise. Le *Doura blanc* des régions algéro-tunisienne et marocaine, probablement introduit par les invasions, est très voisin de ceux de l'Asie du Sud-Ouest.

Dans toute cette région qui comprend l'Asie Mineure, la Syrie, l'Arabie, le Turkestan et une partie de la Perse, la seule variété cultivée est le *Douro blanc*.

Les Indes contiennent une quantité de formes peu connues. La plupart sont du groupe *Douro*, beaucoup d'autres sont des formes *Shallu* type du groupe *Roxburghii*, tandis que certains représentent des variétés de *Sorghos* entièrement nouvelles. Les formes indiennes sont souvent mal sélectionnées et pauvres en grains.

L'Est de la Chine et la Mandchourie produisent un autre groupe, les *Kowliangs* ou *Kaolians*, avec quelques variétés bien marquées. Une variété de *Sorgho sucré* a été longtemps cultivée à l'embouchure du Yang-Tsé près de Shanghai. Ces *Sorghos* sont intéressants pour nos régions, ils vivent dans un climat rude et sont tout acclimatés chez nous. Les grandes îles de la côte asiatique possèdent quelques formes qui dérivent de celles du continent.

Le *Sorgho* fut introduit des Indes en Europe au 1^{er} siècle. L'Europe possédait, il y a environ un siècle et demi, deux ou trois formes de *Sorgho* seulement. Le *Sorgho à balai* et quelques autres rares variétés y sont encore cultivées.

Aucun *Sorgho* cultivé n'est originaire d'Amérique. La première introduction est celle du *Guinea Kafir*, *Blé kafre de Guinée*, aux Antilles. Des variétés furent introduites à plusieurs reprises aux Etats-Unis à l'époque de la colonisation. A l'exception du

Sorgho à balai, aucune variété ne fut cultivée d'une façon permanente jusqu'à l'introduction des *Sorghos sucrés*, vers 1855, des *Douras* et des *Kafirs* vingt ans après, des *Shallus* ou groupe *Roxburghii*, voici une quarantaine d'années, des *Kaolians*, une quinzaine d'années, et plus récemment du *Feterita* et du *Sudan grass*.

CHAPITRE V

CULTURE DES SORGHOS A FOURRAGE

Sol. Climat. Résistance à la sécheresse, à la gelée, aux terres salées. — Façons, labour, hersage, irrigation, récolte, rendement. — Conservation, mise en meule, mise en balles, mise en silo. — Culture des semences de Sorgho à fourrage. — Récolte, battage. Conservation.

Le Sorgho employé comme fourrage.

Le simple examen d'un plant de Sorgho montre avec quelle exubérance cette belle Graminée se développe. On peut en tirer un poids considérable de tiges et de feuilles propres à la nourriture du bétail.

Des expériences faites en Touraine et en Poitou montrent que les animaux en sont friands et que le lait des vaches nourries au fourrage de Sorgho est excellent.

C'est un fait bien connu que les gros bénéfices de la ferme, surtout en ce moment où la viande est si chère, viennent de produits qui sont donnés comme nourriture aux bestiaux, et qui sont ainsi indirectement vendus.

Les statistiques américaines estiment qu'en 1918, le Sorgho a été cultivé sur plus de 5.000.000 d'acres, environ 2.000.000 d'hectares, pour le fourrage et l'ensilage.

Le Sorgho-fourrage se cultive comme le Maïs ; mais il est plus avantageux que lui car 8 à 25 kilogrammes de grains suffisent pour ensemer un hectare en sillons serrés. Les Américains men-

tionnent des quantités plus fortes, 24 à 48 kilogrammes à l'hectare, en rangs ou en sillons serrés ou 48 à 98 kilogrammes lorsqu'on sème à la volée. Sans aller jusqu'à ces chiffres, pour obtenir un bon fourrage, il est recommandé de semer dru. Les plantes trop claires tendent à donner de grosses tiges, dures, moins avantageuses que de nombreuses tiges plus petites, mais plus tendres et d'une récolte plus facile.

Sol. — Les Sorghos poussent abondamment dans presque toutes les terres bien cultivées. N'importe quel terrain considéré comme bon pour le Blé produira de bonnes récoltes de Sorgho. Les sols légers, profonds, contenant une certaine proportion de calcaire sont favorables.

Un sol contenant une certaine proportion de sable est en général considéré comme plus résistant à la sécheresse qu'une terre purement argileuse. Le sable empêche le retrait de la terre argileuse qui se fendille moins par la sécheresse ou ne se fendille plus du tout si la proportion de sable est suffisante. Pratiquement 20 p. 100 d'argile suffisent pour donner à une terre les propriétés caractéristiques des terres argileuses. Dès que la teneur s'élève à 50 p. 100 la mise en culture n'est plus possible. Ces sols sont imperméables, ils peuvent contenir 80 p. 100 d'eau. Un champ sablonneux contenant de l'argile ou un terrain argilo-siliceux contenant un faible pourcentage de sable sont propres à la culture du Sorgho. Mais, un sable trop léger et une terre argileuse trop lourde sont impropres à cette culture, lorsqu'on veut obtenir un rendement élevé. Comme toutes les plantes qui ont une riche végétation, le Sorgho, a besoin d'une nourriture abondante. Il ne faudrait pas compter avoir une bonne récolte dans une terre sans engrais.

Engrais et amendement. — Dans les sols argilo-siliceux, argilo-humifères, il est nécessaire d'ajouter de la chaux sous forme de chaux en poudre, de marne ou de calcaire pulvérisés. C'est qu'en effet ces sols sont en général acides et pauvres en calcaire nécessaire à la fixation de l'acide nitrique dans la nitrification et

à l'élaboration de la cellule végétale. La pratique du « marnage », si usitée autrefois en France, est bien à tort abandonnée aujourd'hui ; dans toutes les régions de l'argile à silex qui couronnent les divers étages du Crétacé, son emploi peu coûteux est à recommander. Le marnage et le chaulage pourraient transformer en terres acceptables certains points quasi-désertiques de la Sologne et de la Bretagne, dont les sols acides sont impropres aux cultures de rapport.

1.000 kilogrammes de carbonate de chaux pulvérisé à l'hectare augmentent plus les rendements dans ces terres que l'addition de toute autre espèce d'engrais, qui ne nuisent pas, bien au contraire.

Dans les terrains acides il est plus avantageux d'employer comme engrais phosphatés des scories de déphosphoration ou des phosphates naturels pulvérisés, que des superphosphates qui augmentent encore l'acidité de la terre. Dans les terres argileuses, les cendres de bois et de houille rendront des services comme amendement ameublissant et même comme engrais faible. Les cendres de houille criblées s'emploient à la dose de 80 à 150 hectolitres à l'hectare, au semoir. Il est avantageux de cribler ces cendres qui contiennent des morceaux de coke et de mâchefer. Le coke est récupéré pour le chauffage et le mâchefer, uni à la chaux hydraulique ou au ciment, sert à faire des agglomérés de construction très pratiques en ces temps où les matériaux sont si chers.

En 1918 et en 1919, j'ai fait des expériences sur un sol artificiel composé de cendres de houille et d'anthracite, escarbilles et mâchefer, après avoir éliminé les trop gros morceaux. Ce tas de résidus de foyers domestiques et industriels avait 0 m. 80 de haut, 3 mètres de large et 10 mètres de long. Avec de l'eau et un peu de fumier j'ai obtenu des Sorghos de 1 m. 80 de haut et des pommes de terre qui m'ont rapporté 750 grammes par pied, des choux pommés et de beaux navets.

Ceci dit pour réfuter l'opinion de nombreuses personnes qui considèrent les résidus des foyers chauffés aux combustibles minéraux comme nuisibles à la végétation. Dans ce sol sec et pauvre je ne pouvais pas espérer une récolte d'abondance, mais les

plantes cultivées y ont poussé, ce que je voulais démontrer.

Les engrais azotés sont des plus utiles, comme dans la culture des autres céréales.

Nitrates de soude, de chaux et de potasse, sels ammoniacaux, sulfate, nitrate et chlorhydrate favorisent la pousse des feuilles, des tiges et augmentent le rendement en grains. Mais ils augmentent et prolongent la toxicité des Sorghos pour fourrages. Il est nécessaire d'en tenir compte.

Georges Ville, le premier, a démontré l'action fertilisante du chlorhydrate d'ammoniaque. Bien qu'il ne vaille pas le nitrate ni le sulfate d'ammoniaque, Georges Claude le recommande à nouveau aujourd'hui. Ce dernier vient de découvrir une méthode économique de préparation industrielle synthétique de l'ammoniaque aux dépens de l'azote de l'air et de l'hydrogène de l'eau.

L'ammoniaque n'est pratiquement employable en agriculture qu'à l'état de sels ammoniacaux. Or l'acide sulfurique est cher, de plus il est difficilement transportable et il a une forte densité. L'acide nitrique est rare jusqu'à présent, de plus le nitrate d'ammoniaque est hygrométrique. L'emploi du chlorhydrate d'ammoniaque généralisé en agriculture aurait l'immense avantage de faire baisser le prix des engrais azotés et de ne pas immobiliser l'acide sulfurique coûteux à obtenir.

On peut, en effet, préparer le chlorhydrate d'ammoniaque sans acide chlorhydrique libre en partant de l'ammoniaque et du chlorure de sodium.

Le sel marin, qu'on trouve en abondance dans les mines de sel gemme et dans l'eau de mer, est pratiquement inépuisable, de même que l'azote de l'air et l'hydrogène de l'eau.

Cette réaction est industrialisée dans les usines Solvay dont elle a fait la fortune.

Il serait à souhaiter que la découverte de Georges Claude permit un emploi plus large des engrais azotés en France. Nos terres riches, sous un climat aussi favorable que le nôtre, rapportaient seulement 12 à 13 hectolitres de blé à l'hectare, alors que les terres pauvres d'Allemagne, dans un climat moins favorisé, en

rapportaient 21 avant la guerre, et celles du Danemark 32, grâce à l'emploi intensif des engrais.

Les Anglais, qui exportaient de grosses quantités de sulfate d'ammoniaque avant la guerre, les emploient chez eux actuellement pour le grand bien de leur agriculture. Ils conservent aussi leurs scories de déphosphoration. Il est inadmissible qu'au moment où la France vient de recouvrer la potasse d'Alsace et les hauts-fourneaux de Lorraine, les pouvoirs publics et les particuliers ne mettent pas une noble émulation à employer chez nous les moyens de culture à grand rendement. Dans les sols argileux ou argilo-calcaires il faudra remplacer le chlorhydrate d'ammoniaque par le sulfate d'ammoniaque.

Le chlorhydrate d'ammoniaque donne avec le carbonate de chaux du chlorure de calcium et du carbonate d'ammoniaque. Le chlorure de calcium retenu par l'argile agit comme un poison pour les plantes dont il gêne le développement ou qu'il fait mourir. Le sulfate de chaux produit dans les mêmes conditions, avec le sulfate d'ammoniaque, n'a pas les mêmes inconvénients. De plus, le sulfate de chaux est un amendement très apprécié.

Des travaux très intéressants sur la stérilisation partielle des sols sont poursuivis en Angleterre, en Amérique et aussi en France où G. Truffaut et Bessonoff (1920-1921) ont démontré que la destruction des protozoaires mangeurs de bactéries, par dégagement de l'hydrogène sulfuré du sulfure de calcium, fait passer le nombre de bactéries nitrifiantes de 20.000.000 à 150.000.000 au gramme de terre, en huit jours. La stérilisation partielle des sols a donc pour résultat d'augmenter la fixation de l'azote en augmentant le nombre des *Azotobacter* et *Clostridium pasteurianum*.

Le sulfure de calcium, CaS , provient de la réduction du gypse, SO^2Ca , 2HO^4 , ou de l'anhydrite, SO^4Ca , par le charbon.

M. Gustave Rivière a doublé un rendement de pommes de terre en semant 20 kilogrammes d'arséniate de soude à l'hectare. Il est probable que ce toxique agit de la même façon, en détruisant les protozoaires du sol.

Si on veut cultiver le Sorgho comme fourrage, il faut savoir que

les engrais azotés en augmentent la toxicité. Dans les sols pauvres en chaux, un apport de calcaire pulvérisé favorise la nitrification, et donne à la plante la quantité suffisante d'éléments nitrés pour son développement. J'ai, en effet, remarqué que des Sorghos cultivés en milieu très azoté restaient toxiques beaucoup plus longtemps que les autres et contenaient beaucoup plus de glucoside cyanogénique que les mêmes plantes cultivées en terrains pauvres.

Cependant, il est incontestable que les engrais azotés, nitrates ou sels ammoniacaux, favorisent le développement de la plante en feuilles et en tiges. Si on récolte la plante à la maturité on a un rendement meilleur en grains et en fourrage, sans inconvénient, puisque la plante n'est plus toxique. De sorte que pour obtenir des rendements élevés on aura toujours avantage à employer les engrais azotés, sans oublier les phosphates et les sels de potasse.

Résistance à la sécheresse. — Comme nous l'avons déjà vu, les Sorghos sont plus ou moins sensibles à la sécheresse. En 1919, j'ai fait à Morée (Loir-et-Cher), une expérience avec le *Sorgho sucré hâtif de Minnesota* sur un coteau, en terre argilo-siliceuse. L'humidité manquant, les plantes en lignes, d'abord robustes, se sont mal développées.

Cette expérience montre qu'il vaut mieux, pour les champs secs, non irriguables, dans les régions favorables à pluies incertaines et rares, du Midi en particulier, recommander, comme fourrages, des variétés mieux adaptées aux terres arides. Celles qui répondent le mieux sont les Kafirs, le S. Menu et aussi les Douros, les Mils, et les Mohas dont j'ai parlé dans le chapitre « Répartition géographique » à propos de Madagascar et du Midi de la France. Ces plantes supportent mieux la sécheresse que les variétés : *Sucre hâtif de Minnesota*, les *Ambré rouge* et *Millels*. Les Kafirs et les Mils ou Milos sont remarquablement résistants à l'action des vents secs et aux dommages causés par la chaleur. Si des conditions favorables suivent la période de sécheresse, ces variétés continuent rapidement leur développement. Le Mil se développe

même pendant la sécheresse pourvu qu'il trouve un peu d'humidité en profondeur.

Ces plantes subissent un véritable temps de repos pendant les périodes de sécheresse. Elles repartent ensuite avec une vigueur nouvelle dès que la pluie humecte le sol. La sécheresse de l'atmosphère ne les gêne pas, si elles trouvent de l'humidité dans le sol. C'est ainsi que les indigènes du Soudan sèment le Mil à mesure que les eaux du Niger baissent. La végétation se fait en saison sèche dans des conditions généralement favorables.

Miller, 1916, dit que le Sorgho a presque deux fois plus de chevelu de racines que le Maïs, alors que ses feuilles éliminent moitié moins d'eau par transpiration.

Cette combinaison de racines absorbantes nombreuses et de feuilles économes donne au Sorgho une grande supériorité sur le Maïs. Elle a fait dire à H.-N. Vinall et R.-E. Getty (1920), que les Sorghos ont donné d'excellents résultats par la sécheresse dans le « Sud des grandes plaines des Etats-Unis », aussi bien pour le fourrage que pour le grain. Ils ajoutent que le fermier qui continue à faire du Maïs et du Froment comme culture principale dans ces régions à Sorgho, court infailliblement à un désastre.

Bien entendu, même les Sorghos qui résistent le mieux à la sécheresse se trouvent bien d'être arrosés ou irrigués. S'il pleut de temps en temps, la récolte n'en sera que plus belle.

Dans les régions irrigables et dans les climats à pluies d'été certaines on aura toujours avantage à cultiver une variété sucrée comme le Sucré hâtif de Minnesota, Minnesota Amber, l'Ambré rouge, Dokota Amber, le Coleman, l'Orange ou le Sumac, dans les régions chaudes du Midi ou de l'Afrique du Nord. Pour le nord de la Loire et l'ouest de la France, régions à pluies d'été, une des deux variétés : l'Ambré hâtif de Minnesota, ou l'Ambré rouge, donneront généralement de bons résultats, les années de sécheresse étant tout à fait exceptionnelles.

On pourrait aussi cultiver avec succès les Kaoliangs de Mandchourie qui sont assez appréciés aux Etats-Unis.

Enfin le *Mil à chandelles*, var. M. en massue (*Pennisetum typhoïdeum*, Rich.), qui n'est pas toxique, même à l'état jeune,

se développe dans des régions qui reçoivent seulement annuellement de 15 à 30 centimètres de pluie par an. Cette plante, comme les autres Mils et Millets cités à propos de Madagascar et du Midi de la France, serait à essayer comme fourrage et même comme céréale dans les climats où elle peut mûrir. Le *Mil à chandelles hâtif* pousse en vert, d'une façon exubérante, jusque sous le climat parisien. J'en ai cultivé à Vanves (Seine) en 1921. Semé le 15 mai, fleuri le 17 août, plusieurs épis étaient mûrs du 20 au 30 septembre.

Une expérience faite à Breuillet (S.-et-O.), avec le Dr Ledé, en 1918, prouve que du *Sorgho sucré hâtif de Minnesota* semé le 1^{er} juillet et faiblement arrosé, atteignait le 1^{er} septembre 70 centimètres et a pu arriver à maturité en octobre après une centaine de jours de végétation.

Résistance à la gelée. — Ce Sorgho semé à Breuillet le 1^{er} juillet et haut de 70 centimètres a subi dans la nuit du 1^{er} au 2 septembre 1918 une température de 2^o,5 centigrades au-dessous de 0. Il n'a pas frisé alors que le Maïs était complètement à bas et que les Haricots verts étaient gelés. La même année, en Poitou, à Regombert, chez M. Deniau, les Sorghos étaient encore en parfait état alors que le Maïs avait déjà beaucoup souffert du froid. On peut conclure de là que le *Sorgho hâtif de Minnesota* paraît plus résistant à la gelée que le Maïs.

Résistance aux terres salées. — *Dessalage des terres.* — On sait que le chlorure de sodium réagit sur les silicates doubles du sol, déplaçant la chaux par la soude.

L'argile, devenant plus colloïdale, rend la terre plus imperméable et contrarie la nitrification en empêchant l'aération.

Industriellement cette réaction est appliquée à la purification des eaux par des silicates doubles (zéolithes artificielles) obtenus par fusion d'un mélange de carbonate de soude et d'argile.

Pratiquement, cette matière est finement divisée et tassée dans un filtre à travers lequel passe l'eau à purifier.

Les sels de chaux contenus dans l'eau réagissent sur la zéo-

lithe, la chaux prend la place de la soude qui passe à l'état de sel soluble : sulfate, chlorure, carbonate.

Lorsque la zéolithe est saturée de chaux, il suffit de la mettre en présence d'une solution de sel marin qui redonne la zéolithe sodique primitive utilisable à nouveau, alors que la chaux passe à l'état de chlorure de calcium soluble qui est envoyé à l'égout ou employé à lutter contre la poussière sur les chemins avoisinants ou dans les cours de l'usine. Le chlorure de calcium est, en effet, un corps très hygrométrique qui, maintenant la poussière légèrement humide, l'empêche de s'élever.

Dans les régions dont le sol contient des sels nuisibles à la végétation comme l'Egypte et le sud-ouest des Etats-Unis, il a été reconnu que les diverses variétés de Sorghos sont très résistantes à l'action des sels alcalins. Le Sorgho est une des premières cultures à tenter dans les terrains salés que l'on veut corriger. Pour éviter la remontée des sels nuisibles et leur efflorescence en surface, sous l'action des eaux d'irrigation, il est nécessaire de drainer en même temps qu'on irrigue. On creuse des fossés profonds qui entraînent les eaux chargées de sels ; alors que les fossés d'amenée d'eau sont superficiels. On arrive ainsi à dessaler et à cultiver des terres qui seraient demeurées absolument incultes. Une proportion de sel marin de 1 p. 100 dans les sols secs et de 2 p. 100 dans les sols humides empêche toute végétation.

En Camargue, on obtient de bons résultats en couvrant les jeunes plantes avec des roseaux qui empêchent l'évaporation superficielle ; ou mieux, en enterrant à environ 60 à 70 centimètres un lit de roseaux qui s'opposent à la montée du sel par capillarité et sa cristallisation en surface par la sécheresse.

L'évacuation des eaux d'irrigation est absolument nécessaire, même dans les terres non salées. En effet, les eaux de tous les fleuves, rivières et sources contiennent des sels en dissolution qui, dans la terre, remontent en surface par capillarité et finissent par se concentrer au point de stériliser le sol. L'irrigation continue en Egypte a ainsi parfois causé de graves mécomptes. Il faudrait que nous profitions de cette expérience dans nos colonies au

moment où le projet d'irrigation dans les vallées du Sénégal et du Niger est sur le point d'aboutir.

Il existe en Egypte et aux Etats-Unis des régions stériles connues sous le nom d'*Alkali lands*. On en trouve également en Lybie, en Arabie, en Perse, aux Indes, au Chili, en Argentine, au Brésil.

Ces sols sont stérilisés par la présence de sels de soude (particulièrement du carbonate) qui ont pour origine la décomposition des roches en présence des éléments du sol. Dans les régions désertiques plus haut citées, l'absence de pluies permet l'accumulation, sous forme de taches blanches (alcali blanc), de ces sels constitués encore par du chlorure, du sulfate, du phosphate, du nitrate de sodium, du sulfate de magnésium et de calcium. Le carbonate de sodium désagrège l'argile et se combine avec l'humus pour donner l'alcali noir, d'une stérilité complète.

L'irrigation seule n'a aucune action sur ces terres, tellement l'alcali noir est imperméable. Le seul remède est l'incorporation massive de gypse ou pierre à plâtre. Le sulfate de chaux du gypse se combine avec le carbonate de soude, donnant du sulfate de soude soluble et du carbonate de chaux insoluble. L'eau d'irrigation entraîne le sulfate de soude avec les autres sels par les fossés de drainage. On est arrivé ainsi à rendre très fertiles des terres absolument incultes. L'humus et le carbonate de chaux, joints aux phosphates et aux nitrates contenus naturellement dans les terres, favorisent très heureusement le développement des plantes.

Les Sorghos et les Millets sont des plantes recommandables pour les premières cultures dans ces terres alcalines.

Epuisement du sol. — On dit que le Sorgho est dur à la terre. Cette plante vigoureuse a évidemment besoin d'une abondante nourriture pour se développer, mais le fait le plus important à signaler après la récolte du Sorgho, c'est l'épuisement du sol en humidité. Or on peut dire que l'élément le plus indispensable au développement des plantes c'est l'eau. Dans leurs grandes plaines arides du Sud-Ouest, les Américains laissent souvent la terre se reposer une année en lui donnant les façons du dry-farming

pour permettre à l'eau de pénétrer et de rester dans le sol. C'est ce qu'on appelle une jachère entretenue, le sol aéré se nitrifie et le sous-sol récupère l'humidité indispensable à la végétation.

Il est nécessaire de bien fumer lorsqu'on veut avoir une bonne récolte.

M. le Directeur des Services agricoles de Vaucluse, préconise l'engrais suivant qui lui a donné d'excellents résultats pour le Sorgho à balai :

Nitrate de soude	300 kilogrammes à l'hectare.
Chlorure de potassium	200 — —
Superphosphate.....	600 — —
Plâtre.....	400 — —

On répand sur le sol quelques jours avant le semis et on enterre par le deuxième labour, le premier labour ayant été donné à l'automne.

Pour les Sorghos à fourrage il sera bon de ne pas insister sur le nitrate de soude qui augmente la toxicité de la plante et d'ajouter de la chaux, de la craie ou de la marne pulvérisées à raison de 1.000 kilogrammes à l'hectare dans les terrains argilo-siliceux ou siliceux-acides et aussi dans les terrains tourbeux. Dans ce cas on peut remplacer le superphosphate par des scories de déphosphoration en poudre fine ou simplement des phosphates naturels pulvérisés finement.

Ces produits neutres ou alcalins, en changeant la réaction du milieu ainsi neutralisé, favorisent le développement des bactéries nitrifiantes. La plante trouve alors la quantité nécessaire d'azote assimilable pour son développement sans augmenter sa toxicité, ce qui est très important pour les fourrages à faire consommer avant maturité complète.

Il est démontré qu'avec de la chaux seule, sous forme de carbonate pulvérisé, sans engrais azoté, on peut doubler le produit d'une récolte dans une terre décalcifiée, siliceuse, argilo-siliceuse ou tourbeuse.

Favoriser ainsi le travail des microbes nitrifiants utiles, c'est économiser et faire baisser le prix de la vie. Cette opération de

chaulage ou de marnage est possible et facile dans beaucoup d'endroits. Les terres sablonneuses de la région de Thiès, au Sénégal, pourraient être considérablement améliorées par épandage de calcaire pulvérisé de 1.000 à 3.000 kilogrammes à l'hectare. Du calcaire phosphaté existe à proximité de la ligne Dakar-Saint-Louis. Auguste Chevalier a signalé des gisements de phosphates en plusieurs endroits, le long de la petite côte du Sénégal, entre Rufisque et Joal, titrant environ 21 p. 100 de phosphate tricalcique.

Ces gisements abondants se continuent dans l'intérieur. Ils forment une masse puissante de 100 mètres d'épaisseur dans la falaise de Thies et sont placés géologiquement parmi les marnes et argiles mesonumulitiques caractérisées par des fossiles qui les rattachent aux formations de la Tunisie, de l'Egypte et de l'Inde (carte géologique du Sénégal, Chautard, 1906).

Ces calcaires phosphatés atteignent, en certains endroits, une teneur de 35 à 38 p. 100 en phosphate tricalcique (Stanislas Meunier, *Bulletin du Mus. d'Hist. nat.*, 1898, n° 2).

Le chemin de fer Dakar-Saint-Louis coupe ces affleurements au « Ravin des voleurs ». Situation très favorable qui permettrait sans doute une exploitation facile et rendrait d'immenses services à l'agriculture sénégalaise.

Un simple broyeur, une éolienne ou un moteur à gaz pauvre marchant aux coques d'Arachides ou à la paille de Mil, voilà de quoi fertiliser cette région.

Analyse chimique de quatre échantillons de terre provenant de Thiès (Sénégal)
(Pour 100 de la matière sèche).

Échantillons prélevés	N° 1		N° 2		N° 3		N° 4	
	en surface		à 4 m. de profond'		à 8 m. de profond'		à 12 m. de profondeur	
Humidité.....	0,12	0/0	1,47	0/0	1,2	0/0	0,31	0/0
Azote	0,056	0/0	»	»	»	»	»	»
Perte au feu	0,42	0/0	4,30	0/0	4,07	0/0	1,149	0/0
Silice	97,122	0/0	90,699	0/0	87,865	0/0	96,242	0/0
Fer alumine	2,29	0/0	4,81	0/0	7,87	0/0	2,42	0/0
Chaux	0,168	0/0	0,191	0/0	0,195	0/0	0,189	0/0
								Nodules
								Silice : 54,54 0/0
								Fer... 3,75 0/0
								Alum.. 41,71 0/0

Culture.

Préparation du sol. — Lorsqu'on veut semer du Sorgho, il est bon de faire avant l'hiver un bon labour. M. le Directeur des Services agricoles de Vaucluse recommande un labour profond de 30 à 40 centimètres pour le Sorgho à balai, ceci compris en terre d'alluvion profonde. Il faut se garder d'amener le stérile en surface et d'enterrer la couche fertile avec des bons microbes qui travaillent mal, en profondeur, dans une terre mal aérée. La gelée a un effet excellent sur les mottes qu'elle ameublît en les émiettant.

Il faut, au Sorgho, une terre bien ameublie, bien divisée et tassée jusqu'à 15 à 18 centimètres de profondeur, travaillée si possible quelques semaines avant la plantation.

Le labour d'automne facilite la pénétration de l'eau en profondeur, retient la neige et maintient la terre dans un état d'humidité favorable. La terre bien ameublie absorbe plus facilement la pluie non seulement avant les semailles ou les plantations, mais encore pendant le cours de la végétation.

La pratique du *dry-farming*, qui consiste à maintenir le sol

toujours meuble en surface, donne d'excellents résultats dans la culture des terres semi-arides sans irrigation.

Le *dry-farming* est, en fait, la production lucrative des récoltes, sans irrigation, dans les régions où il tombe moins de 500 millimètres de pluie annuelle. En fait, ce procédé, dénommé ainsi par les Américains, est d'application très ancienne, puisqu'il fut en honneur dans les grandes nations de l'antiquité et que certaines ont vécu et prospéré dans des régions semi-désertiques. L'Asie Mineure et la Perse en sont des exemples. La tradition ancienne du *dry-farming* est conservée dans le Sud de la Tunisie et sur les hauts plateaux d'Espagne.

Dans un sol humide, l'eau qui tombe est évacuée soit par le ruissellement, soit par les fissures profondes après avoir traversé la couche superficielle.

Dans les sols secs, il en est tout autrement. L'eau des pluies d'hivernage imbibe d'abord la terre, si celle-ci n'est pas imperméable ou trop perméable. Elle descend à un mètre et plus et quand la chaleur arrive, elle remonte en surface, par capillarité, chargée des matières fertilisantes puisées en profondeur. Il importe, par des façons culturales utiles, de l'empêcher de s'évaporer trop vite pour conserver aux plantes l'humidité nécessaire. Les Américains considèrent que pratiquement, dans un terrain recevant moins de 500 millimètres de pluies annuelles, on ne doit semer que tous les deux ans.

La moisson finie, on passe la herse à disques qui pulvérise les mottes et écrase les chaumes, la terre est ameublie sur deux ou trois centimètres d'épaisseur, les fissures sont bouchées de façon à diminuer le plus possible l'évaporation de l'humidité du sol. En octobre on laboure à 15 à 18 centimètres de profondeur, en faisant suivre la herse aussitôt la terre ressuyée, si elle est trop humide, ou immédiatement, si son humidité n'est pas trop grande.

Après chaque pluie on donne un coup de herse pour diviser la croûte qui s'est formée en surface. Si le champ est envahi de mauvaises herbes, du chiendent par exemple, on laboure à 8 ou 10 centimètres, pas plus, et on herse pour extirper les rhizomes.

L'ameublissement de la surface maintient l'humidité en profondeur.

Un binage vaut deux arrosages, disent les agriculteurs avertis.

Pour faire comprendre même à des enfants l'utilité des façons de surface, on place dans une soucoupe un morceau de sucre qu'on recouvre d'une couche de sucre semoule. On met un peu de vin rouge dans la soucoupe. Le vin imbibe le morceau de sucre par capillarité alors qu'il s'arrête au sucre en poudre dans lequel il ne monte pas. Dans le sol, l'eau monte par capillarité et s'arrête à la couche ameublie en surface. Elle reste dans le sol au profit des plantes au lieu de s'évaporer en pure perte.

Le hersage et le labour léger doivent être répétés aussi souvent qu'il le faut ; le second pour détruire les mauvaises herbes, le premier pour maintenir l'humidité ; qu'il pleuve ou non, on sème le Blé à une profondeur de 10 à 12 centimètres pour que le grain se trouve au contact de la terre humide. Cette profondeur est discutée pour le Sorgho, certains préfèrent semer en surface. D'autres le sèment au fond du sillon en le recouvrant d'une mince couche de terre. La jeune plantule se développe plus lentement, mais elle est protégée des vents qui compromettent parfois une récolte, au début de son développement. Lorsque le sol a été souvent hersé, le sous-sol est tassé suffisamment. S'il n'en est pas ainsi, il est nécessaire d'obtenir ce tassement à l'aide du « Sub surface packer », sorte de rouleau à disques parallèles qui tassent le sous-sol sans tasser la surface. Cette opération, comblant les vides nuisibles à la végétation, permet à l'humidité de la profondeur de gagner le sol travaillé et donne une levée plus régulière de jeunes plantes plus vigoureuses.

Alors que nous donnons au Blé un seul roulage et un seul hersage, les Américains multiplient les hersages.

Après une pluie, le sol est-il battu et formé-t-il croûte, la croûte est ameublie par un léger coup de herse. On attend que la terre ne soit plus détrempée mais on opère assez vite pour qu'elle ne soit pas durcie.

Lorsque les jeunes plantes atteignent 10 à 15 centimètres, on se sert d'une herse à longues dents montée sur roues appelée

« Weder », qui ameublir la surface. Dans ces opérations une grande quantité de mauvaises herbes sont détruites, la plante cultivée qu'on doit semer très claire n'est que très peu touchée et ce qui reste prend une belle vigueur qui lui permet de résister à la sécheresse.

Afin de faciliter ces façons, on pratique, pour les céréales, la culture dite en bandes. En grande culture, on emploie un semoir de 3 m. 36 de largeur qui permet de faire trois bandes de trois lignes à 12 centimètres d'écartement. Ces bandes sont séparées par des interlignes de 95 centimètres environ dans le premier cas et de 78 centimètres environ dans le deuxième. On bouche les tubes distributeurs qui ne servent pas, le premier mode est considéré comme le meilleur.

En petite culture une simple charrue suffit. L'expérience montre que les bandes ensemencées à la main doivent avoir de 20 à 30 centimètres de largeur et des interlignes de 0 m. 80 à 1 mètre. Elle montre aussi que dans ces lignes on doit semer dru de un quart à un sixième en plus que si on semait en surface totale.

Cette méthode, recommandable pour certaines régions de France et surtout des colonies, a de multiples avantages : ameublissement parfait de la terre, destruction des plantes adventices, conservation de l'humidité du sol pendant la sécheresse, la couche superficielle ameublie empêchant l'évaporation, enrichissement du sol en azote par les façons culturales, circulation continue de l'eau de la profondeur au-dessous de la couche superficielle.

Il serait à souhaiter que cette méthode féconde soit largement employée dans certaines régions de France et de nos colonies, on ne saurait trop la recommander et les pertes causées par la sécheresse ne seraient plus tant à craindre.

Cette méthode est d'ailleurs critiquée par certains. Elle nécessite en effet une main-d'œuvre coûteuse actuellement mais elle permet d'obtenir un rendement dans des terrains où les autres méthodes ne pourraient guère donner de résultats. Elle permet encore une économie considérable de semences et, de plus, on peut estimer à un milliard de francs le tort causé dans nos cultures

françaises par les mauvaises herbes, qui sont détruites par les sarclages et les binages, que, seuls, les grands espaces d'inter-lignes permettent de pratiquer sans nuire aux plantes cultivées.

Il est toujours avantageux de semer sur une terre bien ameublie et bien débarrassée des herbes adventices. Sa récolte sera toujours meilleure. Comme les Sorghos se développent lentement au début de leur végétation, il est nécessaire de tenir le champ aussi propre que possible à l'époque des semailles.

Dans les régions sèches où l'on pratique l'irrigation, on a l'habitude d'irriguer avant de labourer. On laboure ensuite, on herse et on sème les grains aussitôt que possible.

Occasionnellement on fait une seconde irrigation plus tard dans la saison si c'est nécessaire, mais on cultive le plus généralement le « Kafir » et le « Milo » avec une seule irrigation et sans autres soins de culture. Les autres variétés de Sorghos ont besoin d'une plus grande quantité d'eau, dont on règle l'apport suivant les besoins.

Dans les régions humides, on préfère le travail en planches comme pour le Blé, pour faciliter l'écoulement des eaux et éviter la macération des plantes.

Epoque des semailles. — Il est nécessaire de ne pas semer le Sorgho trop tôt pour éviter des mécomptes. Si on sème trop tôt, les grains lèvent mal et on est exposé à voir la gelée détruire les jeunes pousses. Au printemps 1921 mes semis du début d'avril n'étaient pas levés le 12 mai. Ils subirent jusqu'à maturité un retard d'une quinzaine de jours sur les semis du début de mai. Le meilleur moment des semailles est l'époque où les gelées ne sont plus à craindre. Au début de mai dans la région parisienne, plus tôt, suivant la latitude et le climat. Il vaut mieux semer dans une terre chaude ; au-dessous de 15°, le développement est *presque nul*, l'*optimum de température est 32°*.

Soins à donner à la semence. — *Les grains sont trempés pendant vingt-quatre heures dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre à 3 ou 4 p. 100, pour détruire les spores d'Ustilago Sorghi*

qui donne au Sorgho la maladie du *charbon des céréales* (1). Ce trempage est très important. Il n'est pas rare de voir les trois quarts d'une récolte anéantis par ce champignon. Le sulfate de cuivre donne d'excellents résultats. En 1920, grâce à lui, je n'ai pas eu une seule panicule malade alors qu'en 1919 la moitié de ma récolte était atteinte. Le moucheron « Blast » *Diplosis Sorghicola*, insecte microscopique qui cause des dégâts considérables, est aussi à craindre comme nous le verrons. Les grains lourds qui donneront de bonnes plantes tombent au fond de la solution, les grains stériles ou parasités et les débris divers restent en surface. C'est une façon simple et économique d'opérer un triage. Les grains lourds s'imbibent d'eau et la germination est avancée de quelques jours.

1 kilogramme de sulfate de cuivre pour 100 litres d'eau et un trempage de douze à quinze heures seraient suffisants. Un autre procédé qui ne nécessite pas de cuve de trempage serait à recommander. Il consiste à faire dissoudre 1 kilogramme de sulfate de cuivre dans 5 à 10 litres d'eau pour traiter environ 5 hectolitres de Sorgho. La semence étendue sur un plancher ou sur une toile, à l'ombre, est aspergée avec la solution et bien brassée pour que tous les grains soient mouillés. On les fait ensuite sécher à l'ombre en les brassant de temps en temps.

Essai des grains. — Il est bon, en achetant une semence, de vérifier son pourcentage de germination. Pour cela on compte 100 grains pris au hasard et on les met sous cloche entre deux couches de papier à filtrer, de coton hydrophile, dans un linge replié sur une assiette ou simplement entre deux assiettes, celle du dessus renversée sur l'autre. On imbibe d'eau le papier, le coton ou la serviette et on place à une douce température entre 20 et 30°. Les grains se gonflent, se ramollissent et germent. On compte les grains germés et ceux non germés. On a ainsi le pourcentage de bons grains. Pour avoir une moyenne on peut faire deux ou trois opérations semblables.

Il est essentiel pour obtenir de bonnes récoltes d'employer

(1) Voir *Parasites du Sorgho*.

comme semence de bons grains de variétés pures de la dernière récolte. Les grains anciens donnent des plants moins vigoureux. Les grains de deux ans sont encore bons. Il sera préférable de semer des grains ayant mûri en même temps sur des pieds à panicles amples et garnies, bien typiques, se rapprochant le plus possible du type qu'on a choisi, avec des grains clairs de belle venue et de bonne valeur alimentaire.

Choix des variétés. — Si on veut obtenir du fourrage dans le Nord, l'Est ou l'Ouest ou dans la région parisienne, dans la région correspondant au nord de la Loire, on choisira l'*Ambré hâtif* ou *Sucré hâtif de Minnesota* ou l'*Ambré rouge*. Ces deux variétés hâtives, placées dans de bonnes conditions de chaleur et d'humidité, arriveront à maturité en quatre-vingt-dix à cent jours quand la terre et la saison seront assez chaudes. En pratique, du *Sorgho sucré hâtif de Minnesota*, semé au début de mai, mûrit au nord de la Loire et dans la région parisienne en septembre. Ces deux Sorghos donnent un excellent fourrage.

En 1921, j'ai cultivé un Sorgho à grain très résistant à la sécheresse, un *Douro hâtif et nain*, à Vanves (Seine) et à Morée (Loir-et-Cher). A Vanves, en terrain sec et léger, il est arrivé à maturité au début de septembre avant le *Sucré hâtif de Minnesota*. A Morée, en terre à fond frais, les mêmes grains ont donné des plants plus forts qui n'étaient pas mûrs en fin septembre.

J'ai cultivé aussi, dans ces deux localités, un *Mil à chandelles hâtif*, var. en massue (*Pennisetum typhoïdeum*, Rich.), qui, dès le 15 août à Vanves, atteignait plus de 2 mètres de haut et fleurissait. Cette plante robuste, voisine des Sorghos, serait d'un intérêt considérable par les années sèches. Elle se développe en Afrique occidentale et dans l'Afrique du Nord, dans des régions qui reçoivent seulement 15 à 30 centimètres de pluie par an. Mes grains de semence étaient d'origine tunisienne.

Dans le Midi, on choisira l'*Orange*, le *Colman*, le *Mac Lean*, le *Sucré hâtif de Minnesota*, qui ont donné de bons résultats en Roussillon en 1917 (Ruby, *Annales des Sc. Agr.*, n° 2, 1921) ou encore les meilleures autres variétés sucrées. Dans les régions



Fig. 26. — Sorgho hâtif de Minnesota, *Minnesota Amber*.



Fig. 27. — Mil à chandelles, var. M. en massue = Millet Perle, .
Pennisetum typhoideum, Rich.

sèches, les *Douros hâtifs* analogues à celui que j'ai cultivé en 1921 (fig. 47) et le *Mil à chandelles hâtif* (fig. 27) qui résistent parfaitement à la sécheresse seront à recommander. Le dernier surtout comme fourrage. Il a l'avantage de n'être pas toxique avant la floraison. On pourra également essayer les *Kafirs* et les *Milos* et aussi les *Mohas* qui résistent très bien à la sécheresse, et aussi les *Millets* qui ont besoin d'eau.

On peut cultiver le Sorgho sucré pour fourrage jusque dans le nord et l'est de la France. La variété *Sucré hâtif de Minnesota*, *Black Amber* ou *Ambré hâtif de Minnesota* m'a donné d'excellents résultats dans la région parisienne où elle mûrit très bien. C'est d'ailleurs la seule variété sucrée que j'aie pu me procurer jusqu'ici.

Les Américains recommandent l'*Ambré rouge*, *Dokota Amber* ou *Red Amber*, qui serait quelque peu plus précoce et, disent-ils, incontestablement plus tendre, peut-être plus juteux et plus sucré. Cette variété serait à essayer en France jusque dans le Nord.

Pour les pays plus chauds analogues à notre région méditerranéenne : Midi, Algérie, Tunisie, Maroc, ils recommandent les variétés *Sumac*, *Orange*, *Honey* (Miel) quelquefois appelé *Canne japonaise* et *Goose neck* (cou d'oie), qui réussissent mieux.

Pour les climats semi-arides (steppes), ils recommandent les Sorghos non sucrés : variété de *Kafir* et les variétés des groupes et *Mil Douro* qui, originaires des climats secs et chauds, résistent mieux à la sécheresse et donnent une récolte intéressante où ces autres variétés ne donnent rien.

Le docteur Trabut d'Alger indique, comme fourrage d'été résistant à la chaleur et à la sécheresse, une petite variété non traçante du *Sorgho d'Alep*, le *Sorghum exiguum*, Forskal, 1775, ou « *Sorgho menu* ». C'est le « *Tunis grass* » des Américains (*C. R. Ac. d'Agriculture*, 26 janvier 1916).

Ce serait une erreur de cultiver le Sorgho sucré dans un climat sans pluies d'été ou sans irrigation possible. L'échec serait certain.

L'optimum de température de croissance est 32° environ. Audessous de 15° le développement est très faible. Il faut tenir

compte de ces températures pour conseiller ou non la culture du Sorgho.

**Caractères des meilleures variétés sucrées
employées comme fourrage.**

On reconnaît les *Sorghos sucrés* au jus doux que contiennent leurs tiges. Ils sont généralement bien fournis en feuilles et leur taille est assez élevée. Les panicules varient de forme, depuis la panicule compacte et serrée du Sorgho Sumac jusqu'aux panicules lâches et largement étalées des variétés de *Sorgho sucré chinois* et de ses dérivés sélectionnés : *Sucré hâtif de Minnesota* (*Amber*) et *Sorgho Miel* (*Honey*), en passant par les variétés à panicules denses, mais plutôt ouvertes, des *S. orange* et *S. à crochet*, *Cou d'oie* (*Goose Neck*) et les panicules en ombelle du *S. Planteur* (*Planter Sorghum*), dont les rameaux s'insèrent comme ceux du Sorgho à balai, mais sont plus courts.

Les agronomes américains considèrent que, dès 1906, à part une seule variété de *S. sucré*, originaire de Chine, il existait bien aux Etats-Unis 200 variétés, dites sucrées, mises en culture. Certains de ces Sorghos n'ont jamais été cultivés que dans des points très restreints et n'ont pas, d'ailleurs, un grand intérêt. Il existe entre ces variétés des formes de passages (1) (fig. 28). Pour mettre un peu d'ordre, on peut les ranger autour de cinq variétés bien différenciées, chefs de files (2).

1^o Le *Sorgho sucré Planteur* (*Planter Sorghum*), type à panicule en ombelle ou parasol. C'est l'*Holcus cafer* d'Arduino, 1786 (fig. 22), le *Mil en parasol* de Chevalier, Costantin et Feydeau, 1922 (Pl. 4 B.), le *S. Caudatum*, variété *cerevisiae* de Stapf.

L'axe de la panicule est court, les rameaux s'insèrent en des

(1) Figure de *Sorgho sucré* de forme intermédiaire entre le sucré type chinois, à panicule diffuse et le *Sorgho Planteur* à panicule en ombelle. Ici, on voit plusieurs rangs de rameaux mais le sommet est étalé en ombelle.

(2) Sauf le « *Freed Sorghum* », toutes les variétés sucrées décrites ici sont aussi utilisées pour la fabrication du sirop, nous n'y reviendrons pas dans le chapitre spécial à cette industrie.



Fig. 28. — Inflorescence de sorgho sucré à axe raccourci intermédiaire entre le S. sucré et le Mil en parasol ou l'*Holcus cafer* d'Arduino.

points très rapprochés, formant un corymbe ombell forme à la manière du Sorgho à balai, mais les rameaux bien chargés en grains sont plus courts que dans cette dernière variété. Il est cultivé pour le fourrage et pour le sucre, comme variété secondaire.

2^o Le *Sorgho sucré type chinois*, *S. saccharatum*, avec ses variétés hâtives : *Ambré hâtif de Minnesota*, *Ambré rouge* et sa variété tardive, le *S. Miel (Honey)*.

Le Sorgho sucré Ambré hâtif de Minnesota est apparu dans un champ de Sorgho sucré chinois, cultivé dans le Territoire indien, c'est une variété hâtive recherchée pour cette raison.

On peut la cultiver en latitudes assez élevées puisqu'elle mûrit aux environs de Paris et même, dit-on, dans le nord de la France. On la cultive jusque dans l'Etat de Minnesota qui lui a donné son nom, comme pays d'origine de grains appréciés. D'après Bailey (*Encyclopedie of American Agriculture*), cette variété serait due à une sélection de Seth H. Kenney. C'est, avec l'Ambré rouge, la variété la plus hâtive, elle mûrit en 70 à 100 jours, le temps nécessaire variant avec la latitude, l'altitude, la chaleur, la lumière, l'humidité et le terrain.

On reconnaît les Sorghos ambrés à leurs tiges minces, élégantes, leurs feuilles peu nombreuses et leurs panicules plus ou moins diffuses, longues et ramifiées. Les tiges sont tendres, juteuses et sucrées, les grains sont plus gros que ceux du Sorgho Sumac. Ils sont de couleur brun jaunâtre et de forme plutôt elliptique. Ils sont presque enfermés dans les glumes généralement aiguës, noires ou rouges, suivant la variété.

Ces Sorghos ne sont pas les plus productifs à cause de leur précocité, mais ils sont adaptés au climat du nord des Etats-Unis. Je les ai cultivés aux environs de Paris, on peut les recommander sans crainte.

J'ai eu les deux variétés, parmi d'autres, dans mes semis assez impurs. Elles ont besoin d'eau d'irrigation ou de pluies d'été, sans excès; pour de bons résultats cultureux les années humides leur sont défavorables.

Il est à noter que le Sorgho sucré ambré hâtif de Minnesota

a donné une récolte intéressante en tiges et en grains dans le Gard, par une sécheresse qui dura de juin en fin de saison. Dans ce cas, les panicules sont plus petites et moins étalées et les tiges sont aussi moins hautes. C'est pourtant un fourrage apprécié dans un pays qui en est si dépourvu pendant la saison sèche.

Une autre variété de l'*Ambré hâtif* est connue sous le nom de « *Folger* » (*Denton Folger* ou *Folger early*), c'est une race améliorée de l'*Ambré hâtif* dont elle a tous les caractères.

On a cultivé depuis quelques années dans le Kansas un Sorgho sélectionné par M. S.-K. Freed, de Scott City Kansas. On le connaît sous le nom de « *Freed sorghum* » (pl. 2, B). Il est intermédiaire entre les *Sorgho sucré à panicule diffuse*, *S. sucré hâtif de Minnesota*, dont il a le port, et les *Sorghos à grain*. Sa tige, moins juteuse que celle du Sorgho sucré, peut être employée comme fourrage et le grain presque blanc, très pauvre en matière colorante, est un excellent aliment pour les animaux de la ferme.

Le *Sorgho Miel (Honey)* (fig. 3), se rapproche du Sorgho type chinois par sa panicule longue et diffuse et ses tiges qui atteignent 2 m. 10 à 3 mètres de haut avec treize à dix-huit nœuds. Elles sont cependant plus grosses que celles du type chinois. Elles ont de 2 cm. 5 à 3 cm. 8 de diamètre à la base, sont très sucrées et plus tendres. C'est une variété tardive qui demande cent trente à cent quarante jours pour arriver à maturité. Elle ne peut être recommandée que dans le Midi ou dans l'Afrique du Nord et encore dans des régions favorables. L'auteur américain A. Hugh Bryan, 1913, le considère comme probablement d'origine africaine.

3° Le *Sorgho sucré orange* (*S. caffrorum*, Beauv.), (pl. 10, A), est d'origine sud-africaine, sa panicule a un axe long. Elle est de forme générale cylindrique, plus massive et plus compacte que celle des précédents. Elle est cependant plus lâche que celle du Sorgho Sumac, dont nous parlerons par la suite.

Le *Sorgho orange hâtif* (*Early Orange Sorghum*), comme on appelle généralement cette variété-type, demande environ deux à trois semaines de plus que l'*Ambré hâtif* pour arriver à maturité. Il donne un rendement supérieur à l'hectare à cause de ses tiges généralement plus hautes et de ses panicules plus fournies.

On trouve sur le marché des formes nombreuses de cette variété, le Sorgho Orange du Kansas et le Sorgho Orange tardif.

La variété *S. Colman* qui est, sans doute, un hybride du *S. Ambré hâtif* et du *S. orange*, est celui qui s'est montré le plus riche en sucre. Il est d'ailleurs presque identique au *S. orange* comme port et temps de végétation.

On a cultivé également aux Etats-Unis le *S. Collier* qui, au moment de son introduction, différait notablement du *S. orange*. Il semble que cette variété ne soit plus cultivée à l'état de pureté.

5° Le *Sorgho Sumac* (*Red top Sorghum*), (*S. caffrorum*, Beauv.) (pl. 10, B), comme le *S. orange*, a une panicule de forme générale cylindrique, mais elle est plus serrée et ses grains brun rougeâtre sont les plus petits des Sorghos sucrés. La tige forte et trapue est pourvue d'une abondance de feuilles ; elle atteint 2 à 3 mètres de haut.

Son développement est uniforme et l'arrivée à maturité est généralement régulière. Ce Sorgho mûrit en quatre-vingt-dix à cent vingt jours. C'est une variété méridionale cultivée seulement dans le sud des Etats-Unis pour le fourrage et le sirop. Il ne faudrait pas vouloir la cultiver ailleurs que dans des localités du Midi ou d'Afrique du Nord à exposition très favorable ou dans des climats plus chauds.

Le *Sorgho à crochet*, *Cou d'oie* (*Goose Neck*) (*S. Cernuum*, Host.) (pl. 10, C), est reconnaissable à première vue et son nom lui-même vient de la courbure en crosse qu'affecte le haut de sa tige à la maturité. C'est un Sorgho africain d'origine que les anciens auteurs ont appelé *S. cernuum* Ard. Dans ce groupe de Sorghos penchés, il existe des races sucrées et d'autres à moelles sèches et les Américains ont sélectionné aux Etats-Unis des Sorghos penchés, *S. Doura*, dont la panicule reste droite, la récolte des panicules droites étant plus facile que celle des panicules penchées. Lorsqu'on sème un peu espacé la tige du Sorgho sucré à crochet est grosse et rougeâtre, elle atteint 3 mètres à 3 m. 50 de haut et 2 cm. 5 à 5 cm. 5 de diamètre à la base. Cette variété est tardive, elle met environ dix jours de plus que le *Sorgho Orange* et le *S. Sumac* pour arriver à maturité. Elle est seule-

ment cultivée dans le sud des Etats-Unis et ne conviendrait, dans la région méditerranéenne, que dans des localités très bien exposées à terrains très favorables ou dans des régions coloniales plus chaudes.

Les Sorghos non sucrés employés comme fourrage.

Dans les régions sèches où les Sorghos sucrés poussent mal, où le Maïs ne donne pas non plus de bons résultats, on est forcé de s'adresser aux plantes de steppes.

Certaines variétés de Sorghos sont supérieurement adaptées à ces climats.

On peut dire que sans les groupes des Mils et des Douros d'immenses régions sèches d'Afrique et d'Asie seraient inhabitables. Il en est de même du groupe des *Kafirs* ou *Blé Cafres*, qui sont originaires des régions sèches de l'Afrique du Sud.

Ce nom « Kafir » est d'origine arabe, il veut dire « infidèle ». (*S. caffrorum*, Beauv.)

On compte aux Etats-Unis six variétés de Kafir.

Le *White Kafir*, *Kafir blanc*. C'est une des deux variétés de Sorghos à grains introduites en 1876, aux Etats-Unis, provenant de l'Est de l'Afrique du Sud.

Cette variété n'est pas recommandable.

Les glumes et les grains sont blancs.

Le *Blackhull Kafir*, *Kafir à glumes noires*, dont les tiges vigoureuses contiennent un jus un peu acide, demande cent quinze à cent quarante jours pour arriver à maturité. Il n'est pas aussi hâtif que les autres et, partant, moins recommandable pour nos pays.

Le *Dawn Kafir*, *Kafir Aurore*, dérivé du *Blackhull*. C'est une forme hâtive et naine qui a été obtenue et développée depuis une douzaine d'années par le Département d'Agriculture des Etats-Unis. Sa taille va de 0 m. 90 à 1 m. 40.

Le *Sunrise Kafir*, *Kafir Soleil levant*, a la même origine que le précédent. Il a été sélectionné et développé depuis la même époque. Ses tiges robustes et de petite taille atteignent 1 m. 50

et 2 mètres de haut dans les régions sèches du sud-ouest des Etats-Unis et, de plus, elles ont l'avantage de contenir un *jus sucré*.

Le *Red Kafir*, *Kafir rouge*, fut introduit aux Etats-Unis en même temps que le *White Kafir*, en 1876. Il est de même provenance. Comme lui il est un peu délaissé et remplacé par le *Blackhull* et ses variétés qui sont mieux adaptés et donnent de meilleurs résultats. Ses grains sont rouges et ses glumes rouge foncé ou noires.

Le *Pink Kafir*, *Kafir rose*, a été introduit récemment de l'Afrique du Sud aux Etats-Unis. Il a des grains d'une teinte rosée, intermédiaire entre les variétés à grains rouges et celles à grains blancs. Il a été introduit en agriculture sous le nom de *Pink Kafir*, mais n'a pas une grande importance commerciale.

Dans le Kansas on cultive maintenant un *Kafir rose* qui donne de bonnes récoltes dans des conditions moyennes inférieures. Son origine n'est pas connue. Il est probable qu'il provient d'un croisement naturel entre le *Kafir blanc* et le *Kafir rouge*.

Cette variété est très hâtive. Elle pousse à la manière du *Kafir blanc*. Sa panicule ressemble à celle du *Kafir rouge* comme forme et comme taille, mais ses glumes sont de couleur grise et ses grains sont rouges ou roses.

Le groupe *Mil-Doura* ou *Douro* (*S. Durra* Stapf.), est caractérisé par des tiges à moelle sèche, élancées, d'environ 0 m. 90 à 2 mètres de hauteur, portant sept à onze feuilles plutôt petites ; des panicules ordinairement ovoïdes, grosses et denses. Les glumes sont généralement noires. Elles sont grises dans quelques variétés. Les grains sont larges, fortement aplatis, bruns, jaunes ou blancs, recouverts au tiers ou à moitié par les glumes.

Le haut de la tige est plus ou moins courbé. Cette courbure du haut de la tige étant considéré comme un défaut pour la facilité de la récolte, on s'efforce de la supprimer en cultivant les meilleures variétés à tiges droites.

Six variétés sélectionnées de ce groupe sont maintenant cultivées aux Etats-Unis, ce sont : le *Mil standara*, le *Mil nain*, le *Mil blanc*, le *Mil nain blanc*, le *Feterita* et le *Durra blanc*. Normale-

ment, ces variétés mûrissent en quatre-vingt à cent dix jours dans les parties les plus sèches des grandes plaines du sud des Etats-Unis.

Ces variétés sont encore mieux adaptées que les *Kafirs* aux terrains secs. Elles demandent moins d'eau, poussent plus vite, et supportent dans l'ouest du Kansas, de l'Oklahoma et du Texas, avec 500 millimètres de pluies annuelles, une altitude de 1.000 mètres et au-dessus.

Nous en étudierons les caractères à propos des Sorghos à grains. Leur résistance à la sécheresse permettrait sans doute de les cultiver dans certaines régions sèches du Midi et de l'Afrique du Nord.

Les nombreuses variétés de Kafir sont courtes et trapues. Les variétés les plus estimées comme fourrage sont le Blackhull Kafir, les Kafirs nains, rose et rouge. Dwarf, Pink, Red Kafirs et le *Sunrise Kafir* qui, par son *jus sucré*, se recommande particulièrement pour la conservation en silo.

Elles ont de larges feuilles et produisent une quantité considérable d'un excellent fourrage et donnent aussi une bonne récolte de grain. Elles sont assez résistantes ; leur croissance, arrêtée pendant la période très sèche, reprend à la moindre pluie. Quelquefois la pluie se fait tellement attendre que la maturité des grains ne peut se faire avant les gelées et qu'on est obligé d'employer la récolte entière comme fourrage.

Le groupe des *Mils*, plus particulièrement le *Mil jaune*, continue à pousser pendant la sécheresse et produit des grains dans toutes les conditions. C'est pourquoi le *Mil jaune* est mieux adaptable que le *Kafir* aux régions pauvres en pluies.

En cultivant bien, on peut obtenir de grosses récoltes de ces deux plantes dans des régions recevant seulement 250 à 300 millimètres de pluie pendant la saison de culture.

Les différentes variétés de Kafir, surtout lorsqu'on emploie des grains choisis, sont de cultures très uniformes, et comme les panicules sont toujours droites, la moisson est facile à faire par n'importe quelle méthode usuelle.

Le groupe des *Douro* non sélectionnés est plus variable de

taille, et comme les panicules sont souvent recourbées, la récolte est plus difficile à faire que celle du *Kafir*. On remédie à cet inconvénient en semant épais et en sélectionnant seulement les panicules droites, et de petite taille. En fait les variétés sélectionnées ont des tiges moyennes ou petites et des panicules droites.

Les tiges et les feuilles du *Kafir* restent vertes jusqu'à la maturité complète de la panicule, tandis que dans les *Douros* elles sont presque sèches à la maturité des grains.

C'est pourquoi on considère les *Kafirs* comme une meilleure plante fourragère que n'importe quelle autre espèce. Leurs tiges juteuses contiennent une sève abondante qui n'est pas sucrée comme celle du groupe des Sorghos sucrés. Cependant le *Sunrise Kafir*, *Kafir Soleil levant*, variété nouvelle sélectionnée récemment aux Etats-Unis, contient un jus sucré.

Le *Mil jaune* est quelquefois juteux, mais le *Blé de Jérusalem* et le *Douro brun* sont généralement secs et leur tige est pleine d'un tissu spongieux. C'est pourquoi il est préférable d'employer le *Kafir* lorsqu'on veut cultiver ces Sorghos comme fourrage.

Le *Kafir* demande cent dix à cent trente-six jours pour que ses grains mûrissent. Le *Mil jaune* et le *Douro* ne demandent que quatre-vingt-dix à cent dix jours.

Le *Mil* et le *Douro* ont un grain qui se brise lorsqu'il est sec, ce qui n'arrive pas avec le *Kafir*. Ces variétés sont souvent mangées par les oiseaux. En Amérique on recommande de planter de grands espaces pour que les dégâts soient proportionnellement moindres.

En France, les moineaux sont friands des grains de Sorghos.

La culture du *Kafir* comme fourrage serait à recommander en France où les années sèches comme 1919-1920 n'ont pas permis, dans certains endroits, d'obtenir des récoltes suffisantes avec le *Sorgho sucré hâtif de Minnesota*.

Les *Kafirs* devraient donner de bons résultats comme fourrage en Touraine, en Poitou, dans les endroits bien exposés, dans le Midi et en Afrique du Nord. Je n'ai pas pu, malheureusement,

vérifier mes dires, n'ayant jamais pu jusqu'ici cultiver ces variétés.

Je les cite pour mémoire et pour engager des agriculteurs soucieux de leurs intérêts et de l'intérêt du pays, à tenter cette culture qui devrait être précieuse par temps de sécheresse.

Le *Douro blanc* m'a donné de bons résultats, tant à Vanves (Seine) où il est arrivé à maturité le 10 septembre en terrain sec, après cent dix jours de végétation, qu'à Morée (L.-et-Ch.).

Sorghos sauvages. — Dans les comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France, 26 janvier 1916, le Dr Trabut recommande comme fourrage, pour les régions sèches, un petit Sorgho : le *Sorgho menu* (*Sorghum exiguum* Forsk., *Holcus exiguus*, Forskal, 1775), qui est apparu dans les carrés de la station botanique d'Alger et qui s'est propagé spontanément depuis. C'est le *Sorghum halepense virgatum* d'Hackel. Des grains envoyés d'Alger aux Etats-Unis ont donné là-bas par confusion le *Tunis Grass*.

Cette forme non traçante de Sorgho, dit le Dr Trabut, pourrait être regardée comme l'espèce primitive ayant donné les nombreuses variétés des Sorghos cultivés en Afrique et en Asie. Dans sa *Flore d'Algérie* (1895), cet auteur décrit une forme annuelle du Sorgho d'Alep (*Sorghum halepense annuum* Trab.), très commune à l'embouchure de l'oued Zour entre Collo et Djidjelli.

Cette forme annuelle est élevée, ses panicules très fournies de 40 à 50 centimètres. Les indigènes la nomment « *Mez'ra* » qui dérive sans doute du verbe arabe « *Mezradj* » qui signifie *mélanger*. Les Kabyles de l'oued Zour trouvent ce Sorgho en mélange dans leurs cultures et le regardent comme le résultat d'un croisement d'un Douro avec le *Doukno* (Sorgho d'Alep).

Le *Mez'ra* cultivé n'a présenté aucune variation. Si c'est un hybride, il est bien fixé.

Au point de vue de l'utilisation comme fourrage, ces formes *S. exiguum* et *annuum* ont le caractère de n'avoir pas un rhizome traçant, d'avoir des tiges grêles qui permettent la fenaïson et l'obtention d'un bon foin. Le *Sorgho d'Alep* réussit très bien



A. — Sudan grass, Herbe du Soudan. *Sorghum sudanense*, Stapf. (cl. H.N.Vinall).



B. et C. — Grains de Sorgho d'Alep, à gauche, de Sudan grass à droite, montrant leurs grosseurs comparatives.

dans la région parisienne. J'en ai cultivé. Il n'est pas recommandable comme fourrage dans nos régions septentrionales bien que très vivace. Son rhizome traçant ne gèle ordinairement pas et redonne des pousses vigoureuses au printemps.

Analyses de fourrages frais récoltés à Vanves (Seine) en septembre 1921.

	Sorgho d'Alep	Sorgho Douro	Sorgho sucré hâtif de Minnesota	Sorgho à balai	Mil à chandelles
Humidité	77,50	76,03	74,61	77,85	77,20
Cendres	1,94	2,30	1,22	1,62	1,82
Sucres en glucose	0,22	2,15	7,85	1,60	4,14
Matières amylacées ...	7,43	7,44	6,30	6,40	4,72
Matières grasses et cires	0,30	0,26	0,32	0,40	0,35
Matières protéiques...	1,53	3,74	2,50	1,91	2,27
Cellulose	10,78	7,87	7,02	9,83	9,24
Indosé	0,30	0,21	0,18	0,39	0,26
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Analyses faites en février 1922,
de fourrages secs récoltés à Vanves (Seine) en octobre 1921.

	Sorgho d'Alep	Sorgho Douro	Sorgho sucré hâtif de Minnesota	Sorgho à balai	Mil à chandelles
Humidité	13,34	15,17	17,18	14,66	12,98
Cendres	6,13	3,99	5,75	5,28	5,18
Sucres totaux en glu- cose	1,01	14,00	17,92	5,30	7,13
Matières amylacées ...	18,51	19,33	16,86	24,48	21,35
Matières grasses	1,03	0,90	1,96	1,63	1,11
Matières protéiques...	8,51	5,50	6,37	6,43	7,81
Matières cellulosiques .	51,02	40,60	33,28	41,72	43,80
Indosé	0,45	0,51	0,68	0,50	0,64
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Ces variétés paraissent capables de rendre de grands services dans les régions méridionales arides et dans le nord de l'Afrique où le fourrage est rare et cher. Le rendement est considérable, on peut généralement faire deux coupes. On peut les semer avec des Légumineuses, par exemple : le *Dolichos Lubia*, le *Dolichos*

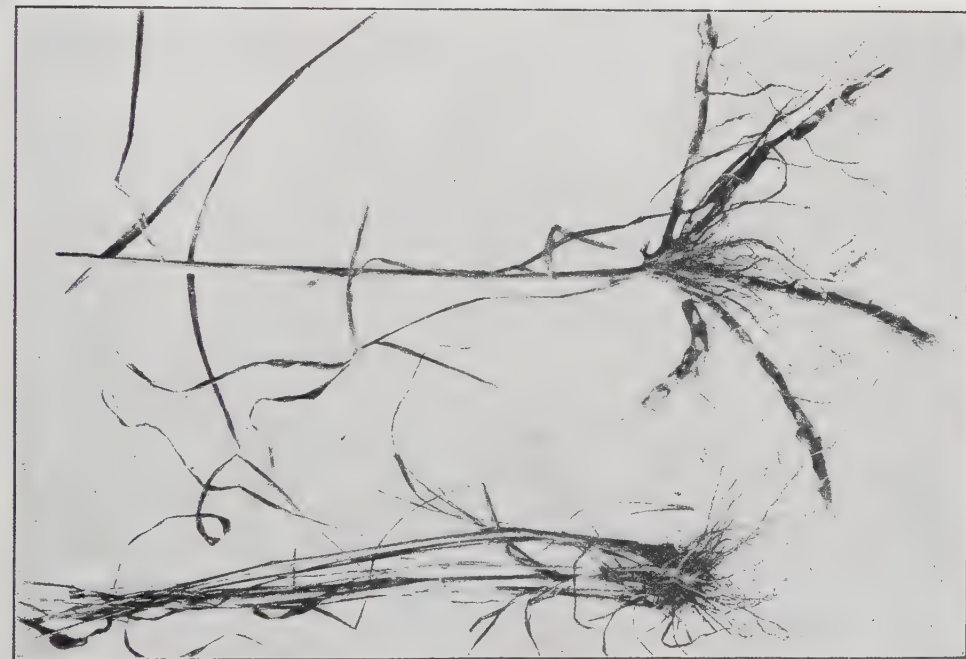
lablab, que les Américains appellent *Cowpea* (pois à vache) ou certains *Soja*.

Comme avec les autres Sorghos, il faut prendre des précautions pour éviter les intoxications avec le fourrage jeune et vert. Il ne faut pas récolter avant la fin de la floraison. Les grains sont abondants, mais à la maturité les épillets se désarticulent facilement et tombent. Il faudrait récolter les panicules et les faire sécher. Les grains se détachent au moindre choc.

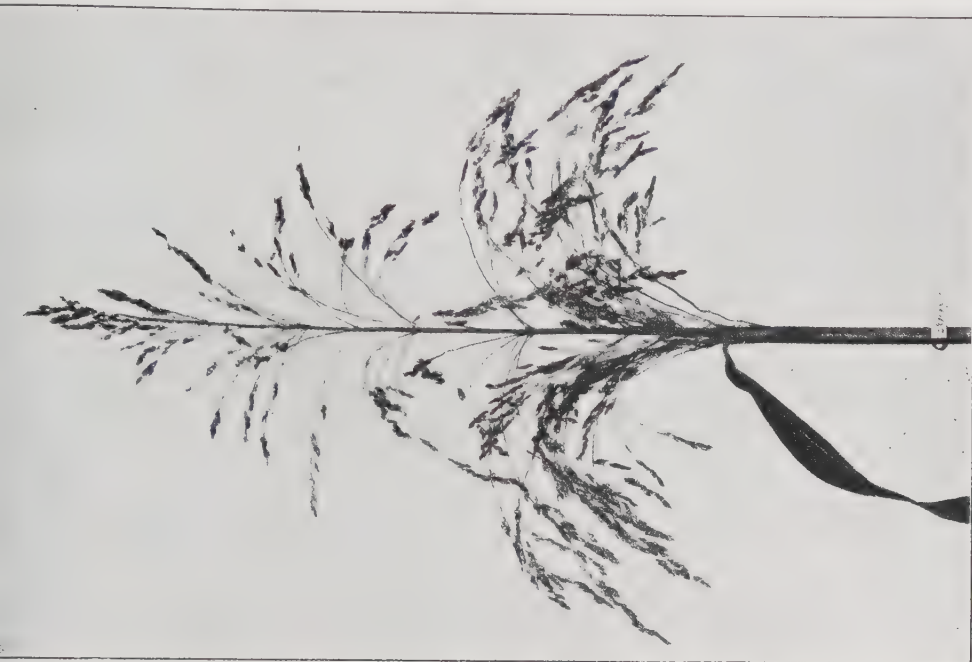
Le *Sudan grass* (*Sorghum sudanense*, Stapf.) (pl. 7, A et B), comme le *Sorgho menu* est une variété annuelle du *Sorgho d'Alep*, *Johnson grass*, sans rhizomes traçants (pl. 8, A). Cette variété fut obtenue à Khartoum en 1909 à la suite de recherches faites au Soudan. Il ressemble, comme port, au Sorgho d'Alep mais ses grains sont sensiblement plus gros. Aucune autre plante importée n'eut un succès aussi rapide aux Etats-Unis. Il atteint normalement de 0 m. 90 à 1 m. 50 et peut même aller jusqu'à 2 m. 50 de hauteur.

Pour avoir du fourrage et de la pâture, on sème à la volée et on cultive en bandes espacées pour obtenir des grains de semence. Pour avoir un bon rendement il faut un climat chaud. Dans les régions irriguées du sud-ouest des Etats-Unis, il donne autant de fourrage que la Luzerne (un peu inférieur cependant) et produit une bonne nourriture pour les vaches laitières. Comme pour tous les Sorghos, il vaut mieux attendre sa maturité pour la récolte ou pour y faire pâture les animaux. Pour en conserver la semence pure, il faut isoler les champs de culture pour grains des autres champs de Sorghos, avec lesquels il se mélange très facilement, en particulier avec le Sorgho d'Alep et les Sorghos sucrés.

Le *Sudan grass* contient aussi du glucoside cyanogénique à dose d'autant plus forte que les conditions climatiques ont été plus mauvaises. C'est pourquoi il est prudent de ne pas le faire consommer avant maturité complète. C'est un terrain argileux riche qui lui convient le mieux. Mais toutes choses égales, comme terrain, il donne généralement un meilleur rendement que la plupart des autres fourrages. Un sol humide lui est nettement



A. Jeunes plants de Sudan grass, à gauche, sans rhizomes de Sorgho d'Alep ; à droite, montrant de puissants rhizomes



B. Chicken Corn — Grain à poules (*Sorghum Drummondii*, Stapf.)
(cl. H.-N. Vinal et R.-E. Getty).

contraire. Il faudra drainer à fond si on veut obtenir des résultats dans de tels terrains.

H. Vinall et R.-E. Getty, 1921, citent comme Sorghos sauvages annuels qu'on peut considérer comme intermédiaires entre le Sorgho d'Alep et les Sorghos cultivés :

Le *Tunis Grass* (*Sorghum virgatum*, Stapf.) (*Andropogon sorghum virgatum* Hack., Piper), introduit accidentellement en Algérie dans un lot de grains provenant d'Egypte. A été découvert par Trabut d'Alger qui l'a introduit aux Etats-Unis. C'est une plante indigène du Soudan égyptien, où elle pousse à l'état sauvage. Sa culture a été abandonnée pour celle du *Sudan grass* beaucoup plus intéressante.

Le *Tunis grass* se croise avec les autres Sorghos, les croisements semblent plus intéressants que la plante-mère.

Le *Kamerun grass* (*Sorghum arundinaceum*, Stapf.) (*Andropogon sorghum effusum*, Hackel) (pl. 9, B), a été introduit aux Etats-Unis de Bahia (Brésil) par P.-H. Dorsett, il est très commun dans cette région où il porte le nom de « Campim de boi » (herbe à bétail). Cette plante est certainement originaire de la côte du golfe de Guinée où de nombreux voyageurs l'ont trouvée à l'état sauvage le plus souvent au bord des cours d'eau. Elle fut sans doute introduite au Brésil, par les esclaves, de la même façon qu'à Cuba où elle est aussi très commune. On l'a trouvée à San Tomé, à Fernando Pô, au Cameroun, en Guinée espagnole, au Togo, sur le Niger et le Congo. Shantz l'a aussi rencontrée au bord de la rivière Lualaba et dans l'Est du Congo belge. Elle semblerait donc largement étendue en Afrique équatoriale aussi bien que sur la côte du golfe de Guinée.

En culture, le « Kamerun Grass » atteint 2 à 3 mètres, ses tiges droites sont environ de la grosseur d'un crayon. Les feuilles plutôt rudes sont étroites avec une nervure médiane épaisse. Sa panicule est grande, lâche et a des tendances à se pencher. D'une façon générale, sa forme est celle du Sudan grass, mais elle est plus velue. Le grain tombe moins facilement que ceux du Tunis grass ou du Tabucki grass. Les essais de culture qui en ont été faits aux Etats-Unis montrent que cette plante est

inférieure au Sudan grass, mais que, cependant, elle pourrait avoir quelque valeur comme sujet de croisement avec le Sudan grass ou les Sorghos.

Le *Tabucki grass* (*Sorghum verticilliflorum* Stapf.), (*Andropogon Sorghum verticilliflorus*, Stencl, Piper), est un Sorgho sauvage qui paraît indigène dans tout l'Est africain et Sud africain, du mont Kilimandjaro au Cap. On l'a également signalé dans les îles de l'océan Indien. Il est très voisin du Kamerun grass, ses tiges sont droites ou légèrement penchées, atteignent 2 à 3 mètres de haut et sont un peu plus grosses qu'un crayon. Elles ont neuf à dix feuilles plutôt étroites et rudes, ses panicules sont amples et écartées comme celles du Kamerun grass. M. Edouard Ahne l'a signalé à Tahiti où il pousse à l'état sauvage le long des criques, des routes et des terres en friche. Les chevaux et le bétail le recherchent avec avidité. H.-N. Vinall et R.-E. Getty le considèrent comme un fourrage de peu de valeur.

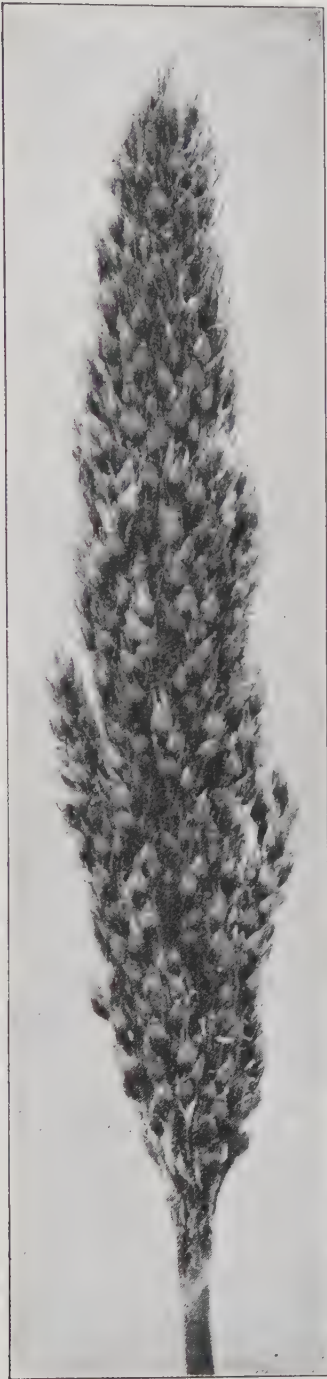
L'*Hewison grass* (*Andropogon sorghum hewisoni*, Piper) (pl. 9, A), fut découvert en 1912 par R. Hewison dans la province de Sennaar au Soudan égyptien.

Il a une tige légèrement douce d'environ 16 millimètres de diamètre et d'environ 3 mètres de haut, de nombreuses feuilles plutôt larges et une panicule compacte.

Ce Sorgho sauvage est plus localisé que les autres. Il se rapproche des variétés cultivées. Il est même possible que cette plante ne soit qu'un croisement entre un Sorgho cultivé et quel-qu'autre Sorgho sauvage.

Le *Chicken Corn*, grain à volaille (*Sorghum drummondii*, Stapf.), (*Andropogon sorghum drummondii*, Nees, Hackel) (pl. 8, B) introduit en Amérique par les esclaves noirs. Il fut découvert par Drummond à la Nouvelle-Orléans en 1832. Il est largement répandu en Louisiane et au Mississippi où il est connu sous le nom de « Chicken Corn ». Il pousse spontanément jusque dans les champs cultivés du Kentucky. On le rencontre également dans les Carolines, au Mexique, au Yucatan et au Guatemala.

Ce Sorgho a été sans doute modifié par la culture, car sa forme



A. Hewison grass (*Andropogon sorghum Hewisoni*, Piper)
(cl. H.-N. Vinall et R.-E. Getty).



B. Kamerun grass = Herbe du Cameroun (*Sorghum arundinaceum*, Stapf.) (cl. H.-N. Vinall et R.-E. Getty).

actuelle ressemble aux formes cultivées plus qu'aucun autre Sorgho sauvage.

C'est une belle plante dont les tiges juteuses atteignent environ 3 mètres de haut et 15 à 16 millimètres de diamètre, avec des feuilles plutôt larges, assez abondantes. La panicule est largement ouverte et s'écarte comme celle du Sorgho sucré hâtif de Minnesota.

C'est une forme intéressante au point de vue historique mais qui n'a pas la valeur des Sorghos cultivés.

Hybrides du Sorgho d'Alep. — Les Américains ont sélectionné différents hybrides du *Sorgho d'Alep* (*Johnson grass*). Ceux-ci ressemblent beaucoup au *Sudan grass* mais ne se montrent pas supérieurs à cette dernière plante, qu'ils pourraient cependant remplacer, à qualité à peu près égale.

Les Sorghos non sucrés pourront être cultivés en été dans les climats à hivers rigoureux. Ils sont moins exigeants que les Sorghos sucrés et donnent un bon rendement. Dans ce cas on pourrait les cultiver en mélange avec des Vesces ou des Pois. Il est nécessaire que l'été soit assez long et assez chaud.

Semences. — On sème le plus souvent le Sorgho en rangées. Deux méthodes usuelles sont employées, en surface, par bandes ou en sillons. La première est la meilleure pour les régions à pluies modérées, la seconde, pour les régions sèches.

Pour les semis en surface, la terre doit être préparée à la charrue et à la herse.

On sème au semoir ordinaire à Blé ou à Maïs en ayant soin de mettre une plaque spéciale pour Sorgho. On peut aussi semer les bandes à la volée, mais le grain est souvent mal réparti, ce qui nuit à la qualité finale de la récolte.

Avec le « lister » ou « sillonneur » des Américains, il est possible d'ensemencer en sillons, sans travail préalable, un champ resté propre. Ce procédé qui économise la main-d'œuvre ne vaut jamais les labours d'automne et les façons de printemps, avant les semences. Il peut cependant rendre des services et peut être

recommandé lorsque la terre est suffisamment meuble pour absorber facilement l'eau de pluie ou de fonte des neiges. Dans le cas contraire, on donne une façon d'automne avec le rayonneur seul (sans semoir) qui creuse des sillons à environ 90 centimètres à 1 mètre de distance. Ces sillons retiennent l'eau et la neige. Au printemps, on nivelle à la herse à disques ; les sillons ainsi comblés par les crêtes abattues constituent le meilleur terrain d'ensemencement. On rayonne à nouveau au moment des semailles. On peut d'ailleurs supprimer cette façon à la herse à disques. Les arêtes et les intervalles sont nivelés et les mottes brisées simplement au « lister » muni de son semoir. Dans des terres favorables cette méthode donne de bons résultats, elle évite la dépense du travail de la terre aux disques.

Que le Sorgho soit semé en sillons rangés, écartés ou serrés ou encore à la volée, au semoir ou à la main, une herse à disques suffira pour couvrir le grain et assurer la germination. Elle ne sera pas toujours nécessaire.

Il est préférable de semer en rangées. Les grains sont distribués plus également et recouverts plus régulièrement. Lorsqu'on sème à la volée, les résultats sont moins bons. En Amérique on a l'habitude de semer en rangées séparées par des intervalles d'environ 1 mètre, ce qui permet de travailler les interlignes et d'obtenir un rendement plus fort en partant d'une quantité moindre de grains.

Les semailles en sillons serrés, sans interlignes ou à la volée, produisent un tonnage moindre, mais le fourrage est plus fin.

Les semailles en lignes écartées sont faites en sillons, en surface ou en planches.

Les semailles en sillons sont faites surtout dans les régions sèches.

Les semailles en surface sont moins courantes dans les régions semi-arides, bien que, en règle générale, elles donnent un meilleur résultat que celles faites en profondeur. La récolte est souvent noyée par la pluie au fond des sillons au début de son développement.

On recommande les semailles en surface dans les sols drainés

naturellement peu humides et dans les régions semi-arides. Il est contre-indiqué de semer en sillons profonds dans les régions humides. Dans les pays bas, mal drainés, on cultive en planches pour éviter la perte de la récolte par ennoyage. On ne doit opérer de cette façon que dans ces derniers terrains.

Il faut tracer les sillons dans le sens des vents dominants qui passent alors librement entre les lignes, sans nuire à la culture. On évite ainsi la verse qui est une cause de pertes souvent considérables.

Quantités à semer. — La quantité de semence employée et la régularité du semis influent grandement sur la production du fourrage, quelle que soit la méthode employée. Les Américains considèrent que dans les régions semi-arides 45 à 50 kilogrammes à l'hectare semés à l'aide d'un semoir à Blé donnent la plus grosse production et la meilleure qualité de fourrage. Ils vont de 17 à 82 kilogrammes à l'hectare. Dans les régions extrêmement sèches 24 kilogrammes seront suffisants. Au Katanga, province minière du sud du Congo belge, Edm. Leplae recommande environ 20 kilogrammes à l'hectare. Dans les régions humides les Américains vont jusqu'à 90 à 95 kilogrammes et obtiennent de bons résultats.

Dans les cultures en rangs espacés d'environ un mètre, 15 à 20 kilogrammes à l'hectare donneront un plant suffisamment épais pour fournir du fourrage d'excellente qualité.

Des plantations serrées donnent une culture régulière et produisent des récoltes qui mûrissent uniformément.

Dans ces conditions la plus grande partie de la récolte est moissonnée à point et on a ainsi du fourrage de meilleure qualité.

Des plantations claires ne sont pas à recommander sauf dans les régions très sèches. Elles donnent un fourrage de moindre qualité et ne sont pas aussi aisément travaillées.

En doublant le nombre de plantes sur un terrain donné, on double le nombre de feuilles. Le fourrage obtenu, moins riche en fibres, plus riche en matières digestibles, augmente de qualité.

25 à 30 kilogrammes par hectare dans les régions les plus humides seraient suffisants. Il semble que ce soit la quantité la meilleure pour donner un maximum de fourrage avec un minimum de semences. En Algérie et en Afrique du Nord on compte 25 kilogrammes de semences à l'hectare pour semer à la volée et 18 kilogrammes seulement pour semer au semoir. Au Sénégal et au Soudan les Sorghos sont semés en poquets de trois à quatre grains dans des trous à 8 ou 10 centimètres de distance les uns des autres, en tous sens, quelquefois en sillons, ce qui correspond à 25 à 30 litres à l'hectare.

Pour le Sorgho à balai on sème en lignes espacées de 0 m. 80 à 1 mètre, 10 à 11 kilogrammes de grains à l'hectare en Lot-et-Garonne et 10 litres ou 7 à 8 kilogrammes en Vaucluse.

Pour le Sorgho à fourrage et à grains le mieux est de semer avec un semoir à Maïs muni de plaques spéciales pour le Sorgho. Le nombre des trous peut varier de 12 à 24 et leur diamètre de 5 millimètres à 6 mm. 5. Le bord des trous doit être arrangé pour faciliter le dégagement. On peut régler la quantité de grain à semer par le changement de vitesse qui fait tourner la plaque. Aux Etats-Unis le Sorgho est ainsi semé mécaniquement.

Tout le monde sait maintenant qu'il est plus avantageux d'avoir une semence répartie régulièrement.

Façons à donner à la terre pendant le développement de la plante. — Ce serait une erreur de ne pas donner de façons à la terre pendant le développement de la plante. L'économie de travail diminuerait la récolte et le gain.

On a reconnu qu'une culture judicieuse augmente la production du fourrage.

On peut donner les façons aux terrains semés en lignes espacées, de la façon suivante : La première façon sera donnée avec une herse à longues dents pointues que les Américains appellent « Weeder » ou sarceleuse.

La seconde sera un labourage de 15 à 18 centimètres et, plus tard dans la saison, on donnera deux labours superficiels, le tout

suivi de hersages pour diviser les mottes et ameublir la surface.

Ces façons assurent une bonne récolte.

Lorsqu'on sème à la volée ou en rangs serrés, il faut au moins un hersage et deux façons plus tardives avec arrachage de mauvaises herbes pour obtenir une grosse récolte de fourrage.

Pour le Sorgho à balai on sème en avril en Vaucluse, en mai dans l'Agenais, en lignes, on fait deux binages et un buttage à l'araire dès le mois de juin en Vaucluse après avoir démarié et formé des touffes de deux à trois tiges à 25 à 30 centimètres de distance.

Durée de l'évolution du Sorgho. — Le Sorgho hâtif de Minnesota, semé à Vanves (Seine) le 20 avril, lève le 4 mai, épanouit sa première feuille le 10 mai, repiqué le 8 juin, butté le 16 juin, atteint 1 m. 80 le 10 août, fleurit le 15 août, est mûr le 16 septembre et atteint 2 m. 40, soit en cent vingt à cent trente jours.

Du Sorgho de même variété semé à Breuillet (S.-et-O.) le 1^{er} juillet arrive à maturité en octobre, soit environ en quatre-vingt-dix à cent jours.

En dehors des qualités de la terre, le bon développement de la plante dépend de la chaleur du sol et aussi de l'humidité suffisante.

Une seule récolte de fourrage faite dans de bonnes conditions suffit amplement à recommander le Sorgho. Elle est de 14 à 28 tonnes de fourrage vert. Elle va jusqu'à 48 et même 57 tonnes 500 à l'hectare, « variété Orange » (Ruby, 1921), dans des conditions favorables. L'inconvénient de ce fourrage, c'est qu'on ne peut le faire consommer que passé fleur ou mieux à maturité presque complète, pour éviter tout danger d'intoxication.

En prenant cette précaution élémentaire, qui permet d'obtenir un plus grand rendement sur un même terrain, on a un fourrage succulent et sucré dont les animaux sont friands, en particulier les vaches laitières.

Le lait fourni est alors abondant, riche et excellent.

Assolement, rotation. — Lorsqu'on cultive plusieurs années de suite la même plante dans le même terrain, celui-ci s'épuise toujours des mêmes éléments et finit par devenir très peu productif. Pour remédier à cet inconvénient on pratique l'assolement qui consiste à changer tous les ans les cultures de place et à ne ramener une culture dans un terrain qu'après deux, trois, quatre, six et même dix ans. Au Sénégal, où les terres souffrent de la monoculture de l'Arachide, il serait avantageux d'intercaler le Maïs et le Sorgho entre deux cultures d'Arachides ou encore le Coton dans les endroits favorables.

Au Katanga, Edm. Leplae (1920) conseille les rotations suivantes :

Rotation de 2 ans : Maïs, Sorgho, Maïs, Sorgho ;

Rotation de 3 ans : Maïs fumé, Maïs, Sorgho, Maïs fumé, etc...

Rotation de 4 ans : Maïs fumé, Patates douces, Fèves, Sorgho, Maïs fumé, etc...

On a soin de semer le plus de Légumineuses possible dans les champs de Maïs et de Sorgho pour les enterrer comme engrais vert.

Dans les terres siliceuses de la région de Thiès, au Sénégal, que j'ai eu l'occasion d'examiner, on aura toujours intérêt à répandre une tonne ou deux de calcaire en poudre, pour favoriser la pousse des Légumineuses, et on pourra intercaler l'Arachide entre deux cultures de Sorgho ou entre le Sorgho et le Maïs. Il faut, bien entendu, abondamment fumer un terrain auquel on demande un rendement intensif. On a toujours avantage à faire rendre à la terre son maximum.

Récolte du Sorgho. — L'expérience montre que le meilleur moment pour récolter le Sorgho destiné à faire du fourrage est celui où le grain est à l'état de lait avancé ou à l'état pâteux. C'est là que son goût est le meilleur et que sa valeur nutritive est le plus favorable. Encore vaut-il mieux, parfois, attendre la maturité complète dans les terres fortement azotées pour éviter toute chance d'accident.

C'est pourquoi il est si important de semer des grains de même

variété pure et de même provenance, qui mûrissent uniformément. Cette précaution est ici d'autant plus utile à prendre que les divers Sorghos sont plus ou moins toxiques au début de leur développement. Cette toxicité diminue avec la croissance pour disparaître vers la maturité. Je reviendrai sur cette question. Lorsqu'on s'est servi d'engrais azotés il est prudent d'attendre la maturité complète même pour fourrage. Lorsqu'on veut conserver le grain pour les semailles prochaines, pour la vente ou la nourriture des animaux, etc., il vaut mieux attendre le moment où le grain est à l'état de pâte épaisse pour moissonner le Sorgho. On sépare les panicules qu'on fait sécher à fond pour éviter les moisissures, et on donne les tiges au bétail sans qu'elles aient perdu de leur valeur nutritive. Il est cependant bon de ne pas attendre trop longtemps. On fait aussi consommer le Sorgho entier, tiges et panicules ensemble. Dans le cas où le Sorgho n'arrive pas à maturité, dans les régions sèches, il faut attendre le plus possible avant de faire consommer par le bétail. *On ne doit jamais faire consommer un Sorgho non encore passé fleur, sous peine d'avoir à déplorer des accidents souvent mortels pour les bestiaux.* Dans les régions humides, il sera quelquefois avantageux de hâter un peu la récolte pour profiter du beau temps. S'il pleut d'une façon suivie et que la récolte soit compromise il est alors avantageux de la conserver en silo. On sera sûr ainsi d'avoir une conservation aussi parfaite que possible et un bon rendement.

Si le plant est cultivé en rangs espacés, on le coupe habituellement avec une moissonneuse à Blé, puis on le met en javelles de douze à quinze gerbes redressées. Lorsqu'on sème à la volée ou en rangs serrés, on récolte à la moissonneuse à Blé ou à la faux et on peut lier avec des liens au glu de paille de Seigle. On peut faire des meules avec les gerbes de Sorgho. Les Américains recommandent de les saler à raison de 1 kgr. 250 pour 100 kilogrammes de fourrages. Le fourrage de Sorgho sec, surtout à cause des sucres qu'il contient, est assez sensible à l'humidité, il est essentiel de le conserver bien au sec après avoir été desséché, sans quoi il moisit et perd de la valeur.

Dans les régions sèches, le fourrage fane en un jour, s'il n'est

pas récolté à la machine, il est ramassé au râteau, mis en meule et salé sur chaque couche.

La salaison demande trois à quatre semaines de beaux jours. Après ce temps, suivant les Américains, il devient un fourrage sec sucré et de bon goût.

En général, il est préférable de rentrer le fourrage de Sorgho sous un hangar surtout lorsqu'on se trouve dans un climat un peu humide, le fourrage moisit en effet très facilement lorsqu'il est exposé à l'humidité.

Mise en silo. — C'est pourquoi on recommande plutôt la mise en silo.

Préparation du silo. — On creuse simplement une tranchée de 1 m. 50 de profondeur, sur 2 m. 50 à 3 mètres de large, sur une longueur proportionnée à la quantité de fourrage à conserver. On choisit autant que possible une terre forte et saine. On relève la terre sur les bords et à l'extrémité. Puis on entasse le *fourrage frais non fané* sans s'occuper de la pluie qui est favorable. Il est inutile de couper les tiges qu'on piétine et sur lesquelles on fait passer la voiture pour charger le silo. Il faut surtout bien tasser les bords. On le termine en dos d'âne en surélevant de 1 mètre au milieu. Quand la masse est bien tassée on la recouvre d'une couche de 70 à 80 centimètres de terre. M. Gustave Rivière m'a cité une expérience personnelle d'ensilage à la bergerie nationale de Moudjebeur, près de Bogari, province d'Alger. Il avait ensilé de l'*Anthemis arvensis* dans un ravin, le silo se trouvant ainsi tout creusé. Il l'a recouvert de 80 centimètres de terre. Malgré le scepticisme des Arabes, les moutons mangèrent ce fourrage avec avidité pendant la saison sèche. M. Gustave Rivière m'a dit que ce fourrage pouvait ainsi se conserver plusieurs années sans altération aucune.

Il est essentiel de ne pas mettre en silo des plantes sèches qui moisissent.

Lorsque la mise en silo est faite dans de bonnes conditions avec des plantes fraîches et humides, il s'établit une série de fer-

mentations qui donnent au fourrage des qualités telles que si l'on présente aux animaux du Mais ou du Sorgho sortant d'un silo rempli avec art, à côté de nourriture fraîche, ils vont, invariablement, d'abord au produit du silo.

Cette méthode serait à développer dans nos régions où elle est très peu employée et presque inconnue. Elle économiserait beaucoup de place dans les fermes. De plus, le Mais, qui gèle dès les premiers froids, pourrait être ainsi conservé dans d'excellentes conditions. Il en pourrait être de même du Sorgho.

On fait aussi des silos en maçonnerie, en briques et en ciment. Les Américains en préconisent l'usage qui leur donne d'excellents résultats.

Il faut bien dire que les fermentations, dans le silo, font perdre à la plante une partie de ses éléments nutritifs (un quart environ) et qu'il ne serait pas avantageux d'ensiler de bons foin pouvant être séchés dans de bonnes conditions. Le silo est seulement avantageux dans le cas où les fourrages peuvent être difficilement séchés comme c'est souvent le cas des regains de fin de saison ; ou bien s'ils gèlent facilement. On met alors en silo par la pluie qui est favorable.

Mode d'expédition et d'approvisionnement du fourrage de Sorgho. — Le Sorgho en silo ou non bottelé ne peut être consommé que sur place.

Il est nécessaire, pour expédier le fourrage de Sorgho, qu'il soit séché, bottelé ou comprimé en balles. On fait tenir facilement 10 tonnes de fourrages de Sorgho mis en balles sur un wagon. La mise en balles est la seule à recommander pour la vente à distance.

L'installation de Sorgho en grange est difficile, c'est pour cela qu'on n'a pas avantage à avoir de grandes tiges, mais au contraire de plus nombreuses tiges moyennes, plus faciles à manier. L'emploi d'un chariot bas à quatre roues avec une plate-forme large ou un châssis à fourrage économise beaucoup de travail de chargement, le fourrage étant épars, en gerbes ou en balles.

On peut emmagasiner le Sorgho en grange, sous des hangars, ou

même à l'air libre, dans les régions sèches, bien que cette méthode ne soit pas à recommander. Il est bon dans ce cas de faire des meules étroites toutes en longueur et placées parallèlement à la direction des vents dominants qui ont ainsi moins de prise.

Le fourrage sec de Sorgho convenablement salé, à raison de 1 kgr. 250 de sel pour 100 kilogrammes de fourrage, garde bon goût et bon arôme. La quantité importante de sucres qu'il contient pour les meilleures variétés affine encore le goût et s'ajoute à ses qualités nutritives. C'est le fourrage le meilleur marché que l'on puisse avoir dans les régions sèches du Midi et dans les régions où le fourrage est rare. Du Sorgho sucré de Minnesota m'a encore donné, huit mois après la récolte, 12 p. 100 de sucres totaux à l'analyse. C'est une nourriture complémentaire très intéressante. On peut garder les chevaux et le bétail en bonne forme, pendant tout l'hiver, avec du fourrage de Sorgho et très peu de grain supplémentaire.

C'est l'un des fourrages les plus économiques que l'on puisse cultiver et faire consommer à la ferme, tout le bétail le mange avidement.

Une gerbe de 6 à 8 kilogrammes est suffisante pour un cheval ou une vache.

Lorsque le fourrage est en meule il est nécessaire d'attaquer la meule toujours du même côté, le moins exposé aux vents dominants. La couche protectrice restant ainsi toujours la même, on a moins de pertes.

Rendement de la récolte. — La production moyenne des Sorghos non sucrés en fourrage vert est de 14 à 28 tonnes à l'hectare, on obtient jusqu'à 48 tonnes dans des conditions très favorables.

Dumont Carment (1858) cite 73 tonnes de fourrage vert à l'hectare avec du Sorgho sucré.

M. J. Ruby (1921) a obtenu dans les Pyrénées-Orientales : rendement à l'hectare :

Sucré hâtif de Minnesota	36.250 kilogrammes
— Coleman.....	31.250 —
— Orange	57.500 —

La production habituelle en fourrage sec est en moyenne de 5 à 12 tonnes à l'hectare.

Culture des semences de Sorghos purs et améliorés pour fourrage. — Comme nous l'avons vu, pour obtenir un fourrage rémunérateur, il est indispensable d'avoir des plants de végétations égales, poussant uniformément. L'agriculteur aura tout avantage à produire ses semences lui-même et à sélectionner ses plants, en supprimant les panicules des sujets tardifs ou n'ayant pas les qualités désirées.

Il aura soin de cultiver le Sorgho pour semence dans des champs complètement isolés les uns des autres et isolés des autres plantations de Sorgho.

A l'inverse du Blé dont la fécondation a lieu avant l'épanouissement de la fleur, les fleurs de Sorgho sont fécondées lors de leur épanouissement, par les insectes ou par le vent qui se chargent de mélanger toutes les variétés. C'est ainsi que le Sorgho sucré cultivé en Vaucluse, vers 1860, à côté de Sorgho à balai, dégénéra et donna un produit qui n'était plus assez sucré et qui n'était pas bon à faire des balais.

On sèmera les Sorghos pour semences, de bonne heure dans la saison. On les cultivera en lignes écartées de 90 centimètres à 1 mètre, les pieds séparés de 10 à 15 centimètres dans les lignes et on choisira, au moment de la maturité, les meilleurs sujets pour continuer la sélection l'année suivante. Comme je l'ai déjà dit, on aura soin de tracer les lignes dans le sens des vents dominants, pour éviter la verse.

Après la récolte des panicules, à la maturité, on les fera sécher avant de les battre. Le grain de Sorgho retient facilement l'humidité, qui peut le faire moisir et lui faire perdre ses qualités germinatives.

Pour battre la récolte, le mieux est de battre à la main, en mettant les panicules dans un sac et de frapper le sac avec un bâton un peu souple ou de le battre au fléau sur une toile.

On conservera les semences dans un endroit sec et aéré, à l'abri des souris et des rats et protégé des parasites.

CHAPITRE VI

ETUDE SUR LE PRINCIPE TOXIQUE DU SORGHO SA DIMINUTION PROGRESSIVE ET SA DISPARITION APRÈS LA FLORAISON

Historique. — On sait que les Sorghos à l'état jeune sont toxiques. Des chameaux furent empoisonnés au Soudan égyptien par cette plante qu'on leur avait donnée comme fourrage ou qu'ils avaient broutée aux champs.

D'après Henry B. Slade, la station d'expériences de Nebraska compte 144 cas fatals de bestiaux empoisonnés dans une année. On rapporte des cas analogues en Australie.

Les auteurs recommandent de ne pas nourrir les animaux avec des tiges de Sorgho jeunes ou mal venues. *Seule la plante adulte peut être consommée sans danger pour les bestiaux.*

Berthelot et André, en 1886, dans un article sur « les effets nocifs du Sorgho », les attribuaient à une quantité excessive de nitrate de potasse contenue dans la plante. M. Williams, aux Etats-Unis, indiqua également que le salpêtre était la cause de cet inconvénient.

Le dosage du nitrate de potasse, dans le Sorgho toxique, montra que la quantité trouvée n'était pas en rapport avec l'effet produit et l'idée fut émise que la plante, dans certaines conditions, fabriquait un composé chimique très vénéneux. Dans un journal de la « Nebraska American Ch. Society », Henry B. Slade exposa, en 1901, qu'un composé vénéneux pourrait être produit par l'action d'une pousse anormale.

L'examen d'un échantillon de Sorgho provenant d'un lot ayant été fatal au bétail décela la présence d'acide cyanhydrique dans les feuilles, plus marquée encore dans la tige. Mais il n'en trouva pas dans la racine.

Le Sorgho desséché, puis broyé avec de l'eau, montra encore la présence d'acide cyanhydrique. Le fait que le Sorgho desséché, mais non écrasé, dégage encore de l'acide cyanhydrique lorsqu'on l'écrase et qu'on le fait macérer dans l'eau, prouve que, comme dans les feuilles de « Laurier-cerise » et les « amandes amères », le toxique cyanogénique (analogue à l'amygdaline) existe dans la plante, dans des cellules particulières, et que la diastase hydrolysante, analogue à l'émulsine, se trouve isolée dans des cellules séparées.

Lorsqu'on écrase la plante, les cellules sont brisées, la diastase et le glucoside, mis en présence, réagissent et donnent de l'acide cyanhydrique aux dépens du glucoside.

Henry B. Slade, aux Etats-Unis, décela la présence de 0 gr. 013 p. 100 d'acide cyanhydrique formé dans un cas et de 0 gr. 014 p. 100 dans un autre cas.

R. Dunstan, avec des plantes égyptiennes, décela environ 0 gr. 200 p. 100 d'acide cyanhydrique du poids de la plante sèche. J'en ai trouvé 0 gr. 518 p. 100 dans des jeunes plantes de 5 centimètres de haut.

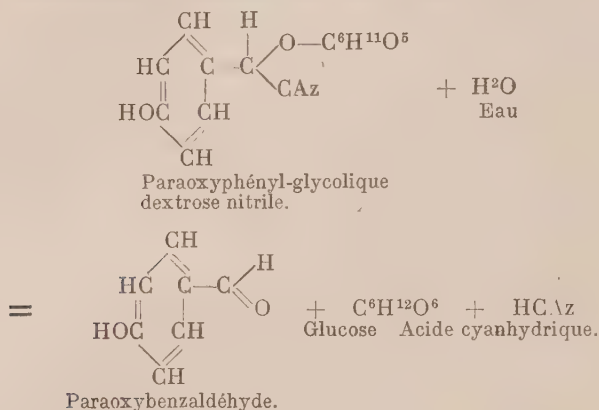
Toutes ces observations prouvent que l'acide cyanhydrique n'existe pas à l'état libre dans la plante, mais que cet acide est mis en liberté par l'action de la diastase hydrolysante sur le composé cyanogénique.

Pour l'homme, on considère la dose de 0 gr. 050 d'acide cyanhydrique comme mortelle. Frohner indique 0 gr. 500 à 1 gramme comme dose fatale pour le bétail.

Wyndham R. Dunstan a donné à ce produit toxique le nom de « Dhurrine » du nom arabe de la plante « Dhurra », variété du *Sorghum vulgare*, Pers.

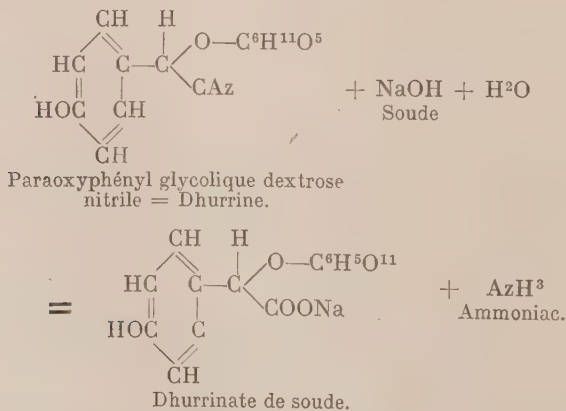
Constitution chimique de la Dhurrine. — Cet auteur, d'après *The chemical News* du 27 juin 1902, a prouvé que le com-

posé cyanogénique appelé « Dhurrine » est un glucoside dérivé du « paraoxyphényl-glycolique-nitrile » par l'association du résidu d'une molécule de dextrose, sa formule serait : $C^{14}H^{17}O^7$.



D'après R. Dunstan, la « Dhurrine », qui cristallise bien, est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Lorsqu'elle est hydrolysée par l'émulsine, ou par des acides dilués, elle se transforme en paraoxybenzaldehyde, dextrose et acide cyanhydrique.

Lorsqu'on chauffe la « Dhurrine » avec des bases étendues et chaudes, elle est d'abord transformée en acide « dhurrinique » et ammoniac.



Lorsqu'on traite le « dhurrinate de soude » par l'acide chlorhydrique dilué, il se produit du chlorure de sodium, du glucose, qui est mis en liberté et de l'acide paraoxyphénylglycolique.

La « Dhurrine » diffère des deux autres glucosides cyanogéniques connus, l'« amygdaline » des amandes amères et la « lotusine » trouvée par R. Dunstan dans le « Lotus arabicus ».

La « Dhurrine » dérive du glucose et donne naissance par hydrolyse à une molécule de glucose, tandis que les deux autres dérivent du maltose et donnent naissance par hydrolyse à deux molécules de glucose.

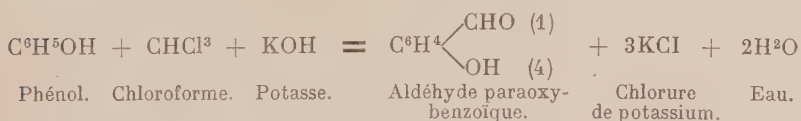
On sait que le maltose, $C^{12}H^{23}O^{11}, 2H^2O$, sucre formé à côté de la dextrine dans l'action de l'amylase du malt sur l'empois d'amidon ou le glycogène, est dédoublé par les acides étendus en deux molécules de glucose.

Essai de synthèse. — La synthèse de la « dhurrine » est réalisable avec les moyens du laboratoire.

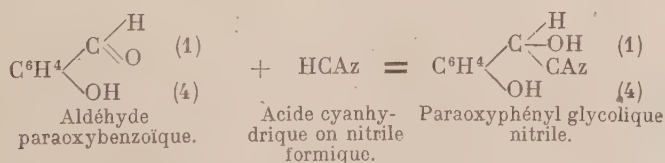
Les plantes, avec leurs diastases à actions inverses, édifient et détruisent des corps complexes, à basse température. C'est là une grande supériorité qu'elles ont sur nos moyens artificiels.

Il n'est cependant pas sans intérêt d'indiquer la marche de cette synthèse, pour essayer d'éclairer la question.

L'aldéhyde paraoxybenzoïque $C^6H^4 \begin{smallmatrix} \text{CHO (1)} \\ \text{OH (4)} \end{smallmatrix}$ est produit par l'action du chloroforme, $CHCl^3$, sur le phénol, C^6H^5OH , en liqueur alcaline, en même temps que l'aldéhyde orthooxybenzylique, cette dernière est liquide, entraînable à la vapeur d'eau; l'autre est solide. Il est facile de les séparer.



L'aldéhyde paraoxybenzoïque fixe l'acide cyanhydrique, HCAz, ou nitrile formique, et donne le paraoxyphénylglycolique nitrile.



Emulsine spéciale du Sorgho. — Il est facile de démontrer la présence, dans les jeunes plants de Sorgho, d'une diastase hydrolysante analogue à l'emulsine.

On fait deux lots d'une même prise de l'échantillon :

1° L'un est broyé et laissé à macérer dans l'eau (10 grammes de jeunes pousses dans 10 grammes d'eau) à la température du laboratoire jusqu'au lendemain.

2° L'autre est broyé et délayé dans l'eau, dans un ballon bouché avec un tampon de coton cardé non hydrophile. On fait bouillir ce mélange cinq minutes et on laisse macérer à la température du laboratoire jusqu'au lendemain.

Après une macération d'environ vingt-quatre heures, on distille et on recueille le distillat dans une solution de soude.

Le premier lot donne nettement les réactions caractéristiques des cyanures (voir plus loin).

Le deuxième lot ne donne rien.

Comme témoin, on fait bouillir 10 grammes de Sorgho frais broyé dans 100 grammes d'eau et on recueille le distillat qui ne donne pas les réactions des cyanures. Ceci est une preuve que la diastase est détruite à l'ébullition.

La macération alcoolique de Sorgho broyé puis distillé ne donne pas les réactions des cyanures dans le distillat.

La macération en solution alcaline à 0,2 p. 100 de NaOH ;

La macération en solution alcaline à 0,2 p. 100 de CO_3Na^2 ;

La macération en solution chlorhydrique à 0,4 p. 100 ne donnent pas les réactions des cyanures dans le distillat.

La macération en solution salée à 0,50 de NaCl donne, au contraire, les réactions des cyanures dans le distillat.

On ajoute quelques gouttes de chloroforme pour empêcher l'action des microbes. Après deux jours toutes ces macérations sont filtrées sur un tissu léger. Les solutions alcalines sont acidulées et on distille en recueillant les distillats dans une solution de soude étendue. Si le dégagement de l'acide cyanhydrique était dû à une simple action chimique, l'acide chlorhydrique mettrait HCAz en liberté dans tous les cas. Or, nous savons que l'acide chlorhydrique fixe deux molécules d'eau sur le nitrile

paraoxyphénylglycolique, et donne de l'acide paraoxyphénylglycolique, du chlorure d'ammonium et du glucose; tandis que la diastase hydrolysante donne par fixation d'une molécule d'eau de la paraoxybenzaldéhyde, du glucose et de l'acide cyanhydrique. Le chlorure de sodium en solutions étendues a, au contraire, une action favorable sur l'hydrolyse du glucoside par la diastase.

Dans tous les cas où M. Henry B. Slade a trouvé de l'acide cyanhydrique dans le distillat, il constate que la liqueur acide du ballon prenait une couleur plus ou moins rose rouge soit avec l'acide chlorhydrique, soit avec l'acide sulfurique.

Cette coloration de la liqueur acide ne se produisait pas lorsque la présence d'acide cyanhydrique n'était pas constatée. J'ai moi-même constaté cette coloration plus ou moins rouge dans les liqueurs hydrolysées.

Avec des bases, la coloration produite par les acides brunit et disparaît. La solution rouge acide traitée par la poudre de zinc est décolorée et aucune coloration n'apparaît à nouveau par neutralisation.

Le principe colorant dissous dans la solution acide peut être isolé par précipitation au sous-acétate de plomb, puis traitement à l'hydrogène sulfuré et en traitant le sulfure de plomb par HCl, en filtrant, neutralisant et extrayant le résidu avec de l'alcool, on obtient le rouge brillant caractéristique.

Henry B. Slade n'a pas isolé le glucoside des cannes américaines.

Préparation de l'émulsine spéciale du Sorgho. — On peut préparer la diastase hydrolysante du glucoside cyanogénique en précipitant le jus du Sorgho avec de l'alcool à 95°, en filtrant, en dissolvant le précipité dans l'eau distillée et en précipitant à nouveau la filtration alcoolique. Le précipité impur donne une coloration bleue avec la teinture de gaïac fraîchement préparée à l'eau oxygénée.

Il ne donne aucune réaction si on l'a fait bouillir préalablement.

En examinant l'action de la diastase dans les divers essais, on serait tenté de la considérer comme une émulsine. Pourtant, d'après Henry B. Slade, un extrait broyé contenant 40 p. 100 d'alcool donna de l'acide cyanhydrique tandis que l'émulsine est sensible à 8 p. 100 d'alcool.

De plus, les préparations actives diastasiques du Sorgho n'eurent pas d'action sur l'amygdaline, d'où il conclut à l'absence d'émulsine. Il pense que cette diastase peut être, soit une forme spéciale d'émulsine, comme celle décrite par Jorrisen et Hairs, soit une nouvelle diastase. Il ajoute que cette diastase ne paraît pas être une émulsine ordinaire.

C'est une question que je me réserve de reprendre aussitôt que les circonstances le permettront.

Conditions d'apparition du glucoside cyanogénique. — Toute une série de recherches très importantes ont été faites, à ce sujet, par Guignard, 1907, par Treub, 1909 ; Ravenna et Peli, 1909. Ces recherches ont montré que les glucosides cyanogéniques existent dans un grand nombre de plantes, deux cent cinquante environ dans l'état actuel de nos connaissances. Ils paraissent se former spécialement dans les tissus chlorophylliens, sous l'influence de la lumière.

La lumière interviendrait ici, en favorisant la production d'hydrates de carbone qui sont indispensables à l'élaboration du composé cyanogéné.

D'autre part, les nitrates donnés en aliments aux plantes jusqu'à une certaine dose (1 p. 1000 dans une expérience), favorisent aussi la formation du glucoside.

Un fait important dont je reparlerai plus loin, c'est que le composé cyané partant de zéro augmente d'abord considérablement pendant la germination puis diminue progressivement avec l'âge dans la plupart des plantes et finit par disparaître, sauf deux exceptions signalées par Guignard, *Sambucus nigra* et Treube, *Indigofera galegoïdes*, D. C.

Enfin, certaines plantes de la même espèce, cultivées dans des conditions analogues, présentent cependant des différences no-

tables quant à la dose d'acide cyanhydrique produit ; ce sont là des variations individuelles transmises par hérédité.

Le glucoside élaboré par les feuilles semble se diriger ensuite vers la tige et doit être utilisé postérieurement par le végétal, ainsi que toutes ses réserves.

Expériences personnelles. — Dans le but de savoir si l'on pouvait vraiment préconiser le Sorgho comme fourrage, en France, j'ai moi-même suivi l'évolution du glucoside cyanogénique dans le Sorgho sucré hâtif de Minnesota, le Sorgho à balai, le Sorgho Douro et le Sorgho d'Alep, les seules variétés que j'aie pu me procurer à temps jusqu'ici. On possède des réactions extrêmement sensibles pour déceler des traces d'acide cyanhydrique et pour le doser.

Je les rappelle ici dans le but d'être utile à ceux qui, voulant se servir des Sorghos comme fourrages, désireraient, pour plus de sûreté, faire l'épreuve eux-mêmes.

A. — Réactions permettant de déceler l'acide cyanhydrique dans les végétaux.

a) Nous avons vu que l'acide cyanhydrique n'existe pas à l'état libre dans le Sorgho, mais qu'il y constitue une réserve sous forme de glucoside, « la Dhurrine », dans laquelle il est combiné au glucose et à un phénol. Ce glucoside existe dans toutes les parties vertes de la plante.

Sous l'influence d'une *enzyme spéciale* (contenue également dans la plante) *analogue à l'émulsine* des amandes amères, le glucoside est hydrolysé et donne de l'*acide cyanhydrique*, du *glucose* et de l'*aldéhyde paraoxybenzoïque*. Pratiquement, lorsqu'on soupçonne la présence d'acide cyanhydrique combiné dans une plante, on commence par broyer ou contuser au mortier une partie de cette plante coupée en menus fragments. On introduit ces débris dans un flacon à large goulot, on lave le mortier avec un peu d'eau qu'on ajoute à la masse et on bouche le flacon après avoir eu soin d'introduire entre le bouchon et le verre une petite

bande de papier micro-sodé (méthode Guignard) (1) de manière que le papier soit suspendu dans l'atmosphère du flacon.

La moindre trace d'acide cyanhydrique fait virer le papier qui passe du jaune verdâtre à l'orangé de plus en plus rouge, jusqu'au rouge sang, par production d'acide iso-purpurique. Si le papier n'a pas viré au bout de vingt-quatre heures on peut considérer que la plante ne produit pas d'acide cyanhydrique et qu'elle n'est pas toxique.

b) Une méthode capable de déceler des traces infiniment faibles d'acide cyanhydrique consiste à broyer au mortier une certaine quantité de la plante à examiner, puis de l'introduire dans un ballon et de l'y laisser macérer pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on acidule avec quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique ou sulfurique étendu et on distille, soit au bain de sable, soit comme il est dit plus loin, à propos du dosage de l'acide cyanhydrique. Le distillat est recueilli dans une solution étendue de soude. On ajoute un petit cristal de sulfate ferreux (sulfate de fer ordinaire), puis une goutte de perchlorure de fer, on agite et on acidule avec de l'acide chlorhydrique. Il se produit, sous l'influence de l'acide cyanhydrique, un précipité de bleu de Prusse bleu verdâtre plus ou moins abondant, suivant la teneur en glucoside primitif.

c) Une autre réaction très sensible est la *coloration rouge sang du sulfocyanate de fer*. La liqueur est traitée par AzH_4S puis chauffée jusqu'à décoloration. Il se forme du sulfocyanate d'ammonium qu'on dissout. On filtre et dans la liqueur, on ajoute un sel ferrique. Il se produit une *coloration rouge sang* caractéristique.

(1) *Préparation du papier micro-sodé* (méthode Guignard). — 1° Faire une solution d'acide picrique à 1 p. 100, en imbiber de petites bandes de papier blanc à filtrer, égoutter les bandes et les sécher dans des doubles de papier à filtrer ou de papier buvard, à l'abri de la lumière, les tremper ensuite dans une solution à 10 p. 100 de carbonate de soude, sécher ensuite comme précédemment. Ce papier se colore en rouge dans une atmosphère d'acide cyanhydrique par formation d'acide isopurpurique.

B. — *Dosage de l'acide cyanhydrique.*

Principe. — On extrait l'acide cyanhydrique du Sorgho par entraînement à la vapeur d'eau, après hydrolyse du glucoside, puis on le titre par la méthode de Denigès.

Hydrolyse. — On pèse 20 à 100 grammes de tiges de Sorgho débarrassées de leurs racines. On les broie dans un mortier de façon à faciliter l'hydrolyse. On les introduit ensuite rapidement dans un ballon d'un litre. On lave le mortier et on ajoute l'eau de lavage aux plantes contusées. On remplit le ballon à moitié avec de l'eau distillée, 500 centimètres cubes environ. On bouche et on adapte au bouchon une étroite petite bande de papier picrosodé de manière à suivre la réaction, sans pour cela troubler sensiblement le dosage. On met ce flacon dans un placard, à l'abri de la lumière. La durée de l'hydrolyse est de vingt-quatre heures. Les résultats trouvés après quarante-huit heures ou même soixante-douze sont sensiblement identiques au premier.

Après 24 heures	0,0271 p. 100
— 72 —	0,0265 p. 100

Entraînement à la vapeur d'eau. — On se sert de l'appareil suivant :

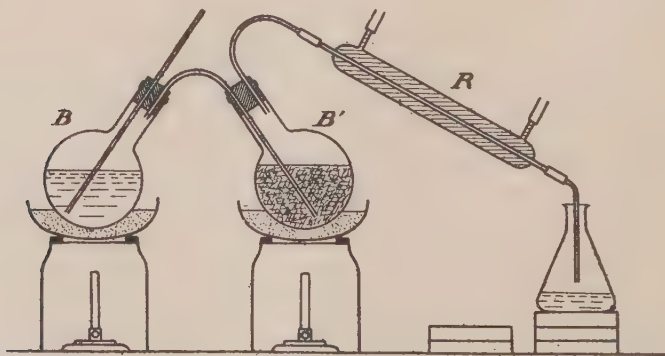


Fig. 29.

B. ballon contenant l'eau pour la production de la vapeur ; tube de sûreté et de pression ; tube d'adduction de la vapeur d'eau. — B'. ballon contenant le produit à entraîner. — R. réfrigérant. — A l'extrémité, vase où l'on recueille le mélange d'acide cyanhydrique et d'eau.

Opération. — On chauffe fortement l'eau pour avoir une abondante production de vapeur et on amène, au moyen d'un bain-marie ou d'un bain de sable, le liquide à entraîner à une température voisine de celle de la vapeur pour que cette dernière ne se condense pas en trop grande quantité dans le ballon B'.

On recueille le distillat dans le vase V contenant 100 centimètres cubes d'eau distillée et environ 10 centimètres cubes d'ammoniaque.

On arrête lorsqu'on a recueilli environ 200 centimètres cubes de liquide. On peut, d'ailleurs, s'assurer qu'il ne reste plus d'acide cyanhydrique par les réactions habituelles : formation de bleu de Prusse, formation de sulfocyanate d'ammonium qui colore en rouge sang les solutions de sels ferriques.

Titration (méthode de Denigès). — On titre avec une solution de nitrate d'argent à 1 p. 100 en milieu ammoniacal et en présence d'une dizaine de gouttes d'une solution à 20 p. 100 d'iodure de potassium, comme indicateur. On verse la solution argentique jusqu'à apparition d'un léger trouble persistant.

L'excès d'ammoniaque a pour but de dissoudre le cyanure d'argent qui masquerait la fin de la réaction.

1 centimètre cube de nitrate d'argent à 1 p. 100 correspond à 0 gr. 00054 d'HCAz.

Soit :

P, le poids de Sorgho ;

N, le nombre de centimètres cubes de la solution argentique.

L'acide cyanhydrique pour 100 sera donné par la formule :

Acide cyanhydrique pour 100 = $0,00054 \times N \times 100$.

C. — Résultats.

1° Recherche de l'acide cyanhydrique.

a) Dans les grains.

Les analyses m'ont montré que les grains de Sorgho des variétés citées ne contiennent pas d'acide cyanhydrique ni de glucoside capable d'en dégager. Conformément aux résultats obtenus par les auteurs, mes recherches ont toutes été négatives.

b) *Pendant la germination.* — Les grains ont été mis à germer sur du sable de Fontainebleau, lavé d'abord à l'acide chlorhydrique, à l'eau ordinaire, puis à l'eau distillée et imbibé d'eau

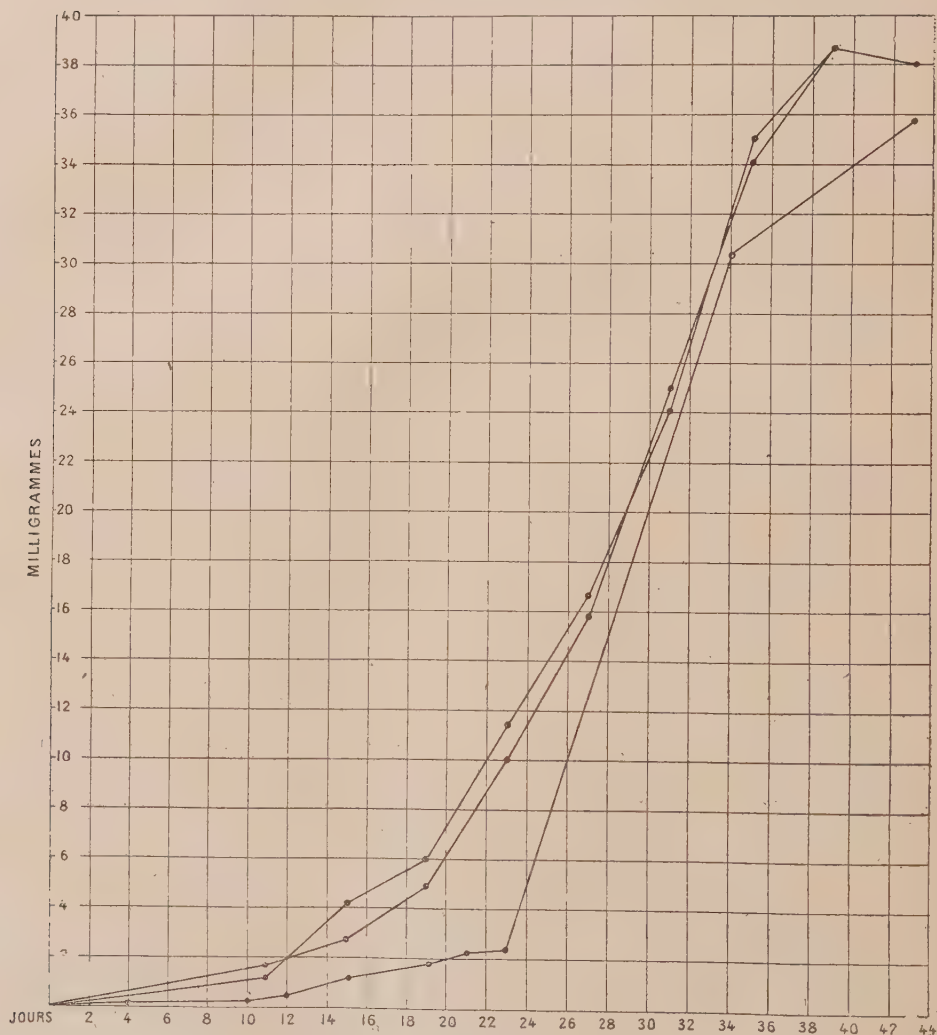


Fig. 30. — Augmentation de l'acide cyanhydrique pendant la germination.

distillée. La germination, à une température d'environ 20-22° centigrades, se fait en un à trois jours.

Aussitôt le début de la germination le glucoside apparaît

(voir courbes, fig. 30), ce qui confirme les recherches de Treub, de Ravenna et Zamorani. Comme l'a dit Goris (1914), il est évident que dans ce cas le glucoside ne peut prendre naissance qu'aux dépens des réserves albuminoïdes et hydrocarbonées du grain.

Les expériences figurées dans le graphique ont été faites dans des conditions telles que le glucoside n'a pu prendre naissance qu'aux dépens des réserves du grain.

Les grains serrés ont été exposés sous cloche, sur sable lavé à l'acide chlorhydrique et à l'eau distillée. Les dosages ont été faits jusqu'à épuisement de la plante :

En abscisses : les temps ;

En ordonnées : les quantités d'acide cyanhydrique en milligrammes.

c) *Evolution du glucoside au cours de la croissance de la plante.*

— Les analyses ont été faites sur des Sorghos sucrés hâtifs de Minnesota cultivés en terre moyenne bien fumée.

Lorsque la plante atteint 5 centimètres, elle produit jusqu'à la dose énorme de 0 gr. 518 (1) d'acide cyanhydrique pour 100.

Cette dose va, d'ailleurs, en diminuant à mesure que la plante se développe, ainsi qu'en témoignent les chiffres et le graphique (fig. 31) ci-joints :

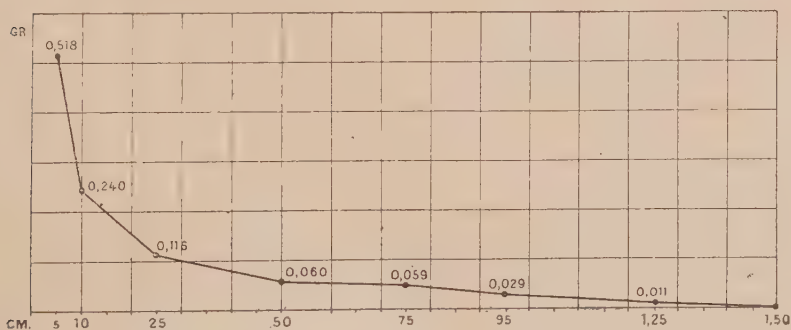


Fig. 31. — Diminution de l'acide cyanhydrique en fonction de la croissance de la plante.

(1) Le semis avait été fait en caisse dans une terre très azotée. Les autres chiffres ont été fournis par le même plant repiqué.

Hauteur des Plantes.	Acide cyanhy- drique pour 100 gr. de plantes fraîches.
5 centimètres	0,518
10 —	0,240
25 —	0,116
50 —	0,060
75 —	0,059
95 —	0,029
1 m. 25	0,011
1 m. 50, passé fleur.....	0

D. — *Influence de la richesse du sol en azote.*

J'ai fait des expériences de comparaison dans :

- 1° Une terre moyenne ;
- 2° Une terre très riche en humus (gorgée de fumier de ferme) ;
- 3° Une terre très pauvre.

Ici l'influence du sol nutritif apparaît très nettement. La plante, après avoir fabriqué son glucoside aux dépens des réserves du grain, en fait très certainement la synthèse à partir des composés azotés du sol et des produits élaborés hydrocarbonés. Cette synthèse est d'autant plus facile qu'on fournit à la plante un sol plus riche. D'autre part, l'élaboration du glucoside se fait pendant un temps bien plus long chez des plantes qui vivent dans un milieu riche en azote, ainsi qu'en témoignent les résultats suivants :

SOL	ETAT DE LA PLANTE	ACIDE CYANHYDRIQUE pour 100 de plantes fraîches
Terre pauvre, début de septembre.	Plante de 35 à 40 centimètres fleurie	0
» »	» » » »	0
Terre moyenne, début de septembre.	Plante de 1 m. 40, fleurie ...	0,0026
	— 1 m. 40, passé fl.	0
	— 1 m. 20-1 m. 40, fleurie	0,005
	— 1 m. 20-1 m. 40, presque à matu- rité	0
Terre très riche en azote fin septembre.	Plante de 2 m. 10, grain pâte ferme, presque à maturité	0,021
	— 2 m. 10, à maturité	0,007
	— 2 m. 10 —	0,003
	— 2 m. 10 —	0,004

On voit ici que le glucoside persiste bien plus longtemps dans les plantes cultivées en terre très riche.

Au contraire, en terre moyenne, la toxicité disparaît peu de temps après la fécondation de la fleur et, en terre pauvre, dès que la fleur est épanouie. On peut dire toutefois que les conditions dans lesquelles j'ai cultivé le Sorgho, en terre riche, sont tout à fait anormales (terre noire gorgée de fumier) et qu'il faut considérer ces chiffres comme des exceptions. D'autre part, la culture du Sorgho en terre trop pauvre ne serait pas avantageuse.

E. — Influence des nitrates.

Dans une terre moyenne avec des Sorghos en fleur de même variété (S. sucré hâtif de Minnesota), de même âge et sensiblement de même taille, j'ai voulu voir l'influence du nitrate de potasse sur le glucoside.

Sur une parcelle de la culture, j'ai semé 25 grammes de nitrate de potasse au mètre carré et j'ai ensuite arrosé.

J'ai également arrosé une parcelle témoin, pour mettre toutes les plantes dans les mêmes conditions d'humidité.

Huit jours après, les dosages m'ont donné les résultats suivants :

	Lot nitraté	Lot témoin
Acide cyanhydrique p. 100 de plantes fraîches.	0 gr. 0119	0 gr. 0026

On voit l'influence directe et rapide de l'apport d'azote nitrique fourni à la plante, sur l'augmentation du glucoside, même à un âge où, d'ordinaire, il tend à diminuer.

F. — *Influence de la formation des réserves dans les grains.*

En terre moyenne, de bonne culture, si l'on suit l'évolution du glucoside cyanogénique, on voit qu'il augmente d'abord très rapidement dans les jeunes Sorghos et qu'il diminue progressivement ensuite, jusqu'à disparition complète, au moment où la plante, ayant ses fleurs fécondées, forme des réserves dans les grains.

	Hauteur des tiges en centimètres	Acide cyanhydrique pour 100 de plantes fraîches
		—
	Grain.....	0,000 mgr.
Panicules non formées	5 centimètres.....	0,518 —
	10 —	0,240 —
	22 à 25 centimètres.....	0,116 —
	50 centimètres.....	0,060 —
	75 —	0,059 —
	95 —	0,029 —
Panicules épanouies :	1 m. 25	0,011 —
	1 m. 50	0 —

J'ai refait des expériences semblables plusieurs fois ; elles m'ont donné des résultats comparables. En terre moyenne, le glucoside cyanogénique disparaît des tiges et des feuilles quand le grain forme ses réserves.

On ne peut obtenir d'aussi fortes doses d'HCAz qu'avec des Sorghos cultivés en terre très azotée. Un seul plant m'a donné 518 milligrammes d'HCAz, je le signale pour mémoire.

Il n'est pas douteux que la plante, dans nos pays, achève de

consommer la totalité de son glucoside après la floraison pour former les réserves de ses grains.

En se rapportant aux formules plus haut citées, on voit que ce glucoside contient trois éléments essentiels : du glucose, de l'acide cyanhydrique et un phénol.

Or, lorsque la plante perd son glucoside cyanogénique, elle forme de l'amidon et des matières protéiques, pendant que ses glumes et ses téguments se colorent d'une façon plus ou moins intense par le dépôt de la matière colorante phénolique voisine des tanins et des phlobaphènes.

Il y a là un rapprochement intéressant que j'ai cru devoir signaler et dont je me réserve de continuer l'étude.

Quoi qu'il en soit, au point de vue de l'utilisation du Sorgho comme fourrage, cette constatation est d'une très grande importance. Les tiges et les feuilles du Sorgho peuvent être données comme nourriture au bétail lorsque le grain est à l'état de pâte et, souvent même, presque aussitôt la fin de la floraison. Ce qui permet de libérer la terre plus tôt, ou même, dans certains cas favorables, de faire deux récoltes.

G. — *Comparaison entre différents Sorghos.*

Le Sorgho sucré hâtif de Minnesota n'étant pas la seule variété susceptible d'être cultivée, j'ai suivi, en terre moyenne légère, l'évolution du glucoside dans quelques variétés les plus répandues en France.

Mes résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

VARIÉTÉS	HAUTEUR DES TIGES	HCAZ p. cent de plantes fraîches
S. sucré hâtif	38 centimètres	0,033 mg.
	48-55 centimètres	0,029 —
	95-1 m. 10	0,012 —
	1 m. 40, fleuri	0,002 —
	1 m. 50, passé fleur	0,000 —
	1 m. 60, grain en pâte molle..	0,000 —
	1 m. 80, —	0,000 —
	1 m. 50 à 2 mètres, grains à maturité	0,000 —
S. à balai	42 centimètres	0,027 —
	45 —	0,026 —
	45-50 centimètres	0,021 —
	15-85 —	0,021 —
	1 m. 20-1 m. 40 fleuri.....	0,005 —
	1 m. 50 à 2 mètres, à maturité presque complète.....	0,000 —
S. douro, doura ou dari	90 à 95 centimètres.....	0,015 —
	1 m. 10, fleuri	0,010 —
	1 m. 10-1 m. 25, grain pâte molle	0,002 —
S. blanc de Changalar .	1 m. 10-1 m. 50, grain presque à maturité.....	0,000 —
	1 m. 10-1 m. 50, à maturité....	0,000 —
S. d'Alep	42 centimètres.....	0,015 —
	90 à 1 mètre	0,013 —
	1 m. 05, fleuri	0,009 —

Comme comparaison, voici les résultats que j'ai obtenus avec le Mil à chandelles (*Pennisetum typhoideum*, Rich), qui pourrait donner aussi un excellent fourrage jusque dans la région parisienne.

VARIÉTÉS	HAUTEUR DES TIGES	HCAZ p. cent TIGES FRAICHES
Mil à chandelle.....	5 centimètres.....	0,000 —
	20 —	0,000 —
	70 —	0,000 —
	1 m. 50	0,000 —
	2 m. 10	0,000 —

Les meilleurs fourrages sont fournis par les Sorghos à tiges juteuses et sucrées, *S. sucré hâtif* de Minnesota, *Ambré rouge*, *Coleman*, *Orange*, *Mac Lean*, *Sumac*. Le *Kafir*, dont la tige est également juteuse, donne aussi un excellent fourrage dans les terrains particulièrement secs, il peut être avantageux de cultiver le *Douro*, le *Mil* et le *Fétérita* des Américains. Le *Sudan Grass* (*Sorgho sauvage* du Soudan), le *Sorgho menu* et enfin le *Mil* à chandelles, les *Mohas*, les *Millets*, la *Zizanie*, etc... sont susceptibles de rendre d'appréciables services comme fourrages, tant en France qu'aux colonies ; les premiers, en terrains secs, la dernière, avec ou sans pluie d'été, en terre humide.

A côté des empoisonnements de bétail enregistrés en Egypte, en Afrique, aux Etats-Unis et en Australie, de multiples voyageurs signalent avoir vu, en Chine, des chevaux manger du Sorgho en vert, sans en éprouver le moindre inconvénient. Dumas dit avoir vu, en Afrique occidentale française, des bœufs, des moutons et des chèvres paître impunément les repousses, après le couchage des tiges pour la récolte des Mils (*Sorghos*). Il ajoute qu'il y aurait là une question à éclaircir.

Il est probable que chez les *Sorghos* comme chez les autres plantes, l'hérédité joue un grand rôle dans la toxicité. Les *Sorghos*, que je sache, n'ont jamais été sélectionnés dans ce sens. Dans les pays sans hiver, où le Sorgho ne gèle pas, il serait facile de propager les variétés les moins toxiques, d'abord, par le bouturage, qui réussit très bien et avec un arrosage suffisant et, ensuite, par semis des grains de ces boutures.

RÉSUMÉ

Tous ces résultats nous montrent que le glucoside cyanogénique apparaît dès la germination, se développe très rapidement dans la jeune plante et décroît ensuite progressivement jusqu'à la formation des réserves des grains pour lesquelles il est probablement employé. A ce moment, dans une terre moyenne, on peut dire que généralement le glucoside cyanogénique a disparu de l'appareil végétatif. La plante n'est plus toxique. Elle fournit alors

un excellent fourrage pour le bétail. Toutefois, il ne serait pas prudent de recommander le Sorgho d'Alep dans la région parisienne. Cette espèce sauvage à rhizomes traçants donne des repousses qui sont plus ou moins riches en glucoside. De sorte que, même en arrière-saison, le fourrage est toujours plus ou moins toxique.

En revanche, on peut recommander comme fourrage le *Mil à chandelles* (*Pennisetum typhoïdeum*, Rich), qui m'a donné à Vanves (Seine), par l'année sèche 1921, en terre légère, des tiges de plus de 2 mètres de haut (voir fig. 27). Cette plante a l'immense avantage de n'être jamais toxique. On peut aussi recommander le Millet commun (*Panicum miliaceum* Lin.), et les Mohas hâtifs (*Panicum Germanicum*, Mill., Willd).

Il faudrait vérifier : 1° si toutes les variétés de Sorghos donnent les mêmes résultats ; 2° l'influence de l'humidité, de la sécheresse, du climat, des engrais ; 3° quelles sont les variétés les plus avantageuses à cultiver. C'est ce que je compte faire dès que les circonstances me le permettront. Jusqu'ici mes moyens d'action ont été insuffisants.

CHAPITRE VII

LE SUCRE ET LE SIROP DE SORGHO

Historique. — Le sucre du Sorgho paraît avoir été connu des Anciens.

La description de Pline, 1^{er} siècle, correspond bien au Sorgho sucré et lorsque le poète Lucien écrit au II^e siècle : « *Quique bibunt tenera dulces ab arundine succos* » (certains boivent le suc doux du roseau tendre), il semble bien parler du Sorgho sucré, la Canne à sucre n'ayant été introduite dans la région méditerranéenne que beaucoup plus tard, par les Arabes. Les noms « Melica » et « Melega », Ruel, 1537, Crescenzi, 1542 ; L'Obel, 1576 ; Dodoens, 1583 ; Cœsalpin, 1583 ; Porta, 1592 ; sont contemporains des noms plus spécifiques de « *Milium* » et de « *Panicum* ». Ils ont dû désigner une forme sucrée, ces mots contiennent, en effet, le radical « Mel », qui dans ce cas veut dire « sucré » et qui a donné « miel ».

Gaspard Bauhin, 1658, parle d'un « *Milium arundinaceum* » à grains blancs d'Arabie, de Mésopotamie et d'Asie Mineure ayant un chaume haut de 9 à 12 pieds, rempli d'un jus sucré, couronné par une belle panicule blanche, dressée, de 6 pouces de long, contenant des grains plats et rugueux.

C'est entre 1850 et 1860 que plusieurs variétés sucrées furent importées, d'abord, de Chine en France, par M. de Montigny, Consul de France à Shanghai et d'Afrique du Sud en France, par Léonard Wray. Ces plantes furent introduites ensuite en Afrique du Nord et aux Etats-Unis.

Ce fut, d'abord, une époque d'espérances exagérées et un véritable engouement, auxquels succéda, chez nous, une période

d'oubli, correspondant au développement industriel du sucre de betterave. Les Américains, plus tenaces, sélectionnèrent leurs

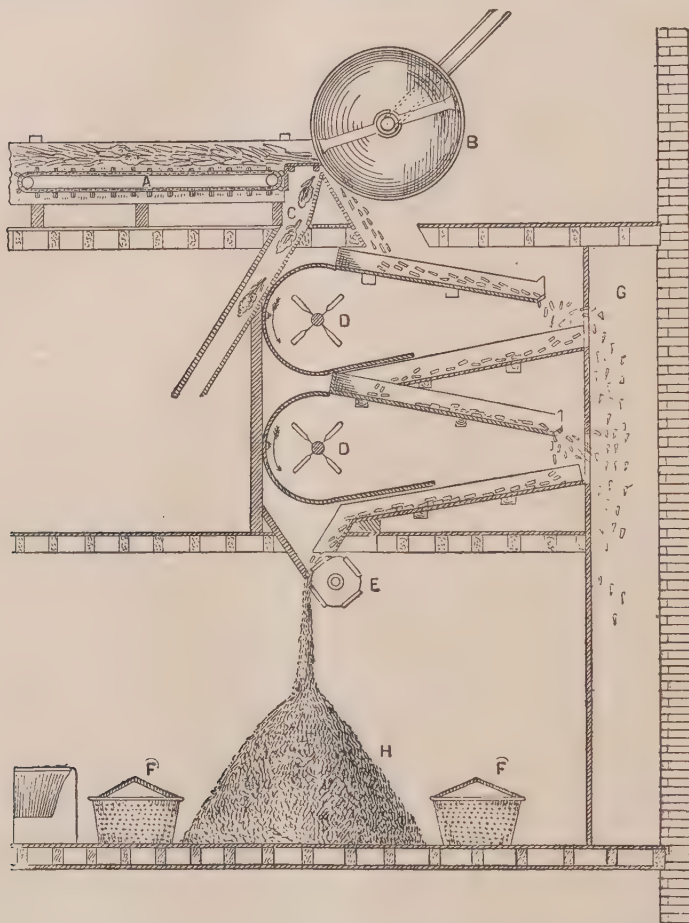


Fig. 32. — Ancien appareil américain pour diviser les tiges de Sorgho sucré et séparer les panicules, les cossettes et les débris de feuilles. — A. arrivée des tiges. — B. lames coupantes. — C. couloir à panicules. — D. ventilateurs pour chasser les débris de feuilles. — E. tambour entraîneur. — F. paniers à diffusion. — G. chambre de réception des débris de feuilles. — H. tas des cossettes.

variétés et obtinrent des résultats très intéressants comme nous le verrons dans la suite de ce chapitre.

Pendant la guerre, à nouveau, en France, on a beaucoup parlé du sucre du Sorgho. C'est même cette question qui m'a amené à étudier ces Graminées.

Les expériences faites, tant aux environs de Paris, à Meudon, par Blaringhem, Berthelot et Trannoy ; à Vanves, qu'en Loir-et-Cher, en Touraine, en Poitou, par moi-même, et dans le Midi, par Ruby et Semichon, prouvent que ces plantes robustes, cultivables sous nos climats, peuvent donner du sucre en quantité exploitable industriellement. Malheureusement, ce sucre est toujours mêlé de glucose et de lévulose, sucres incristallisables, qui entravent une extraction vraiment économique du sucre cristallisé. Les Américains ont tourné la difficulté. Ils ne cherchent plus à faire cristalliser le sucre de Sorgho. Ils concentrent le jus de la plante neutralisé, déféqué et clarifié et le livrent à la consommation sous forme de sirop.

D'ailleurs, bien qu'encore importante, cette industrie est en décroissance aux Etats-Unis, comme le prouve le tableau suivant, cité par E.-G. Montgomery (1918).

Années	Gallons de sirop
1860	6.749.123
1870	16.050.089
1880	22.444.202
1890	424.235.219
1900	16.972.783

Le travail du sirop de Sorgho se fait, généralement, dans de petites exploitations et exceptionnellement dans les grandes. Les Sorghos cultivés pour le sucre sont : le Sorgho sucré hâtif de Minnesota, l'Orange, le Sumac, le Goose-Neck, le Collier, le Mac Lean.

La culture de ces Sorghos, en vue de l'extraction du sucre, se fait en lignes, comme il a été dit plus haut. (Voir chapitre *Fourrage*).

La teneur en sucre du Sorgho a été étudiée par Lollier aux Etats-Unis, d'après 2.740 analyses, en suivant les différentes phases de leur développement vers la maturité (*Sorghum sirup manufacture U. S., department Agric., Farmers bulletin, 477-12*).

	Saccharose	Sucre interverti
Panicule commençant à apparaître.	1,76	4,29
Panicule entièrement sortie.	3,51	4,50
Fleurs entièrement épanouies	5,13	4,15
Grains en lait.	7,38	3,86
Grains fermes	8,95	3,19
Grains secs facilement écrasables	10,66	2,35
Grains durs	11,69	1,81

Le Sorgho gagne au cours de la maturité non seulement en poids, mais aussi comme pourcentage en sucre. Le grain doit être dur avant la récolte.

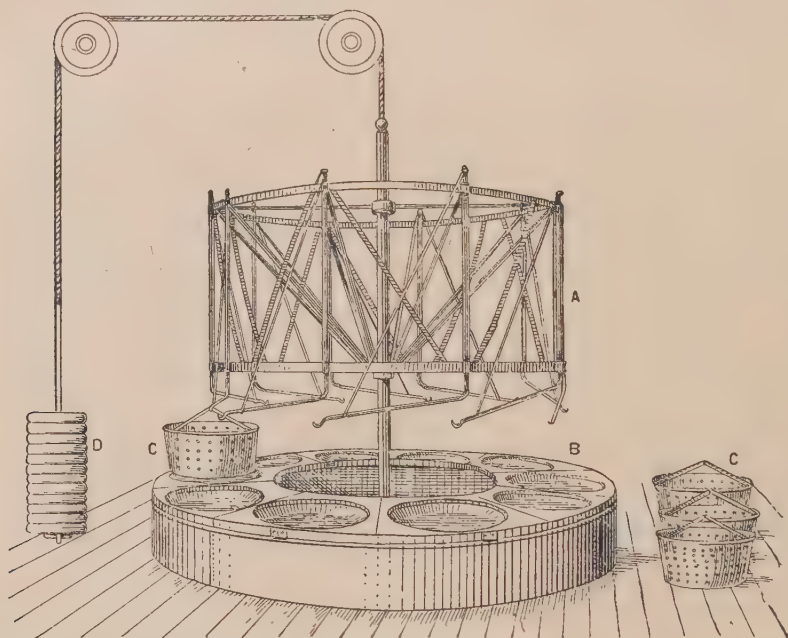


Fig. 33. — Ancien appareil américain pour l'extraction du sucre par diffusion (traitement des cossettes de Sorgho sucré). — A, support soulevable. — B, cuves à diffusion. — C, paniers à diffusion. — D, contre-poids.

Effeuilage. — Pour avoir un meilleur résultat final, il est préférable d'effeuiller les tiges de Sorgho sur pied. Les feuilles sont utilisées comme fourrage. On peut aussi passer la plante entière sans enlever les feuilles. Dans ce cas, le rendement de jus est moindre et les impuretés sont plus abondantes.

Coupe. — Les tiges sont coupées à la main, ou avec une mois-

sonneuse-lieuse à Maïs. Pendant les chaleurs, il est bon de ne pas récolter plus de deux jours avant le broyage. Les tiges fermentent en effet très vite et perdent ainsi une notable quantité de sucre cristallisable. Au contraire, pendant les périodes de froid, on peut conserver les tiges en tas pendant une ou deux semaines après la coupe.

En cas de grande gelée, le Sorgho doit être coupé et mis en

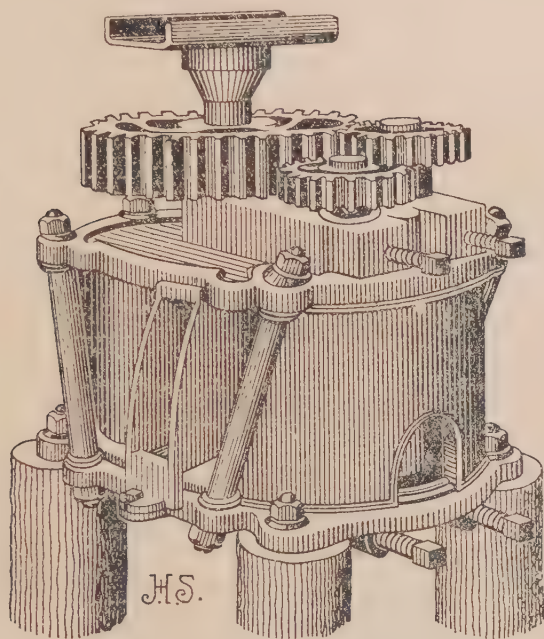


Fig. 34. — Moulin à cannes à trois cylindres verticaux à traction animale, d'après A. Hugh Bryan.

meules immédiatement. Dans ce cas, on laisse les feuilles et les panicules adhérentes à la tige. En grand tas, le Sorgho peut être conservé par grands froids, pendant trois ou quatre mois, sans grandes pertes.

Une grande gelée ne nuit pas à la qualité du sucre, à la condition que l'on puisse faire dégeler rapidement et que le traitement soit fait immédiatement. Une fois dégelée, la plante reste peu de temps en bon état et la qualité du sucre ou du sirop s'en ressent. Un rendement de Sorgho vert de 20 à 25 tonnes à l'hectare est considéré comme bon.

En général, le rendement oscille entre 12 et 38 tonnes à l'hectare. La qualité du sirop dépend du genre de moulin, de la qualité du Sorgho et de celle du jus. Un mauvais moulin extrait seulement 30 p. 100 du jus total, tandis qu'un bon moulin à trois cylindres donne jusqu'à 60 p. 100 en jus du poids total des tiges : soit 600 kilogrammes de jus par tonne de tiges.

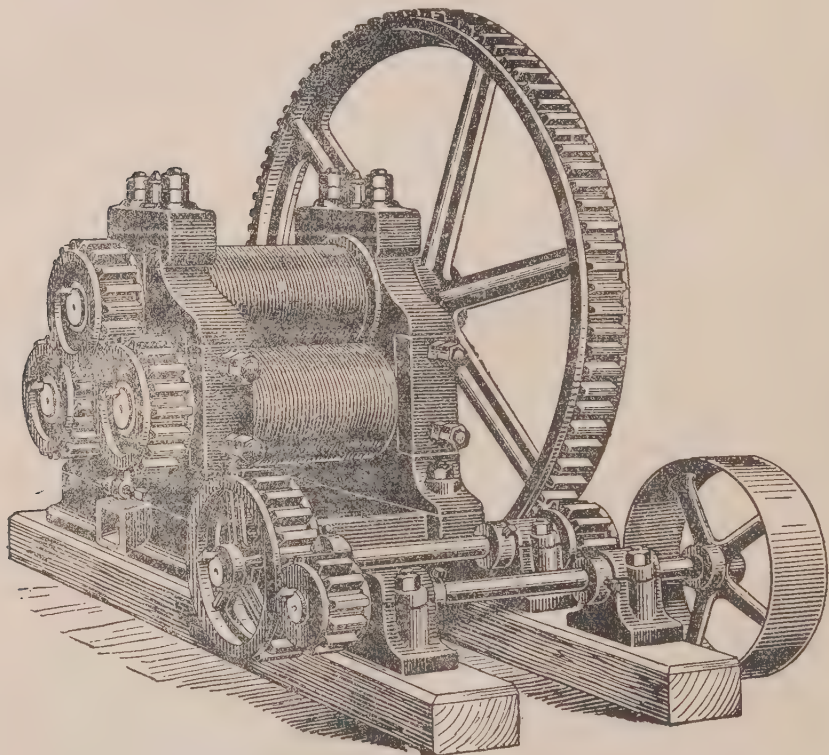


Fig. 35. — Moulin à cannes à trois cylindres, d'après A. Hugh Bryan.

La teneur en sucre du jus est variable, en général elle varie entre 8 et 15 p. 100.

Une tonne de tiges donne 350 à 600 kilogrammes de jus qui est concentré par la chaleur jusqu'à ce qu'il contienne 70 p. 100 de matières solides et 30 p. 100 d'eau correspondant de 40 à 110 litres de sirop.

La fabrication du sirop de Sorgho se fait en trois stades :

1^o Extraction du jus ;

2^o Clarification du jus brut ;

3^o Concentration par évaporation.

1^o L'*extraction* est faite à l'aide de moulins à lourds cylindres verticaux ou horizontaux. Il en existe à deux, les meilleurs sont à trois cylindres. On dispose généralement trois moulins à la file. La pulpe ou « bagasse » est humectée d'eau chaude, après le premier et le deuxième moulin. On augmente ainsi considérablement le rendement en sucre.

Le Sorgho contient généralement 70 à 80 p. 100 d'eau et environ 10 à 12 p. 100 de fibres. Il n'est pas pratiquement possible d'obtenir toute l'eau des tiges dans le jus d'extraction.

Le jus obtenu par pression modérée est plus fin et il a meilleur goût que celui qui provient de fortes pressions ; c'est pourquoi il est toujours avantageux de traiter la pulpe à l'eau chaude, comme il est dit plus haut.

2^o La *clarification* se fait en deux temps :

a) Après filtration grossière, le jus est reçu dans des bacs, où il dépose ses impuretés qui sont ultérieurement utilisées pour l'alimentation des porcs.

Les impuretés non dissoutes ayant été enlevées par simple décantation, celles qui restent sont enlevées par des moyens plus énergiques.

b) *Chaleur seule*. — Le jus est porté à une température voisine du point d'ébullition, puis laissé refroidir. Les matières albuminoïdes coagulent. Elles sont écumées à leur montée à la surface. Cette coagulation retient de nombreuses matières en suspension et rend ainsi le jus plus clair encore.

c) *Chaleur et chaux*. — Certaines variétés de Sorghos sucrés peuvent avoir, à certains moments, un jus très acide qu'il est nécessaire de neutraliser. On ajoute alors de la chaux. Cette chaux est préalablement éteinte, en la faisant foisonner par arrosage avec de l'eau, puis délayée dans l'eau. Cette bouillie est filtrée grossièrement pour enlever les gros morceaux non éteints et ajoutée au jus par petites portions. Pour éviter d'en ajouter trop,

on contrôle la réaction du jus au papier de tournesol. Dès que le papier vire au bleu on arrête l'apport de lait de chaux et on ajoute un peu de jus non neutralisé pour que la réaction soit légèrement acide.

d) Neutralisation à l'acide phosphorique. — On peut aussi alcaliniser le jus au lait de chaux et neutraliser à l'acide phosphorique.

e) Carbonate de chaux. — La chaux éteinte est caustique, ce qui n'est pas sans inconvénients. Le carbonate de chaux ne l'est pas. La neutralisation au carbonate de chaux nécessite moins de soin et on peut sans grand inconvénient ajouter un excès.

On chauffe le jus et on saupoudre la surface avec du carbonate de chaux en poudre, on chauffe et on saupoudre à nouveau, on contrôle au tournesol. On peut ajouter le carbonate de chaux au jus frais en décantation. La précipitation des matières en suspension est ainsi plus rapide.

Contrôle de la clarification. — On prélève un échantillon dans un flacon de verre attaché à l'extrémité d'un manche en bois terminé ou non par une fourche. On examine par transparence.

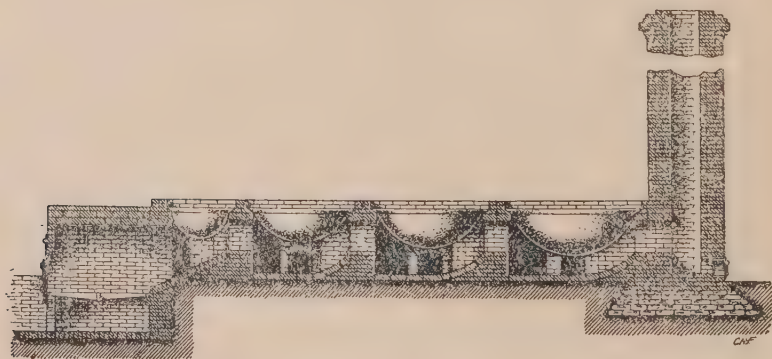


Fig. 36, — Train de marmite pour l'évaporation du sirop, d'après A. Hugh Bryan.

Concentration.

Le jus clarifié est amené dans un appareil à concentrer.

Les meilleurs sont à marche continue, qu'ils soient à vapeur ou à feu nu.

Un long plateau, garni de rebords de 15 centimètres de haut environ, est partagé par des chicanes, de façon que le jus puisse en parcourir la longueur en zigzag et sortir à l'état de sirop. L'entrée est vers l'ouverture du foyer et la sortie vers la cheminée. L'épaisseur du jus ne doit pas dépasser 4 à 5 centimètres. Le résultat final est proportionnel à l'intensité du chauffage et à la vitesse d'écoulement du jus.

La concentration du sirop est jugée suffisante lorsqu'il marque 38° Baumé et au-dessus à 15° centigrades et de 32 à 33° Baumé,

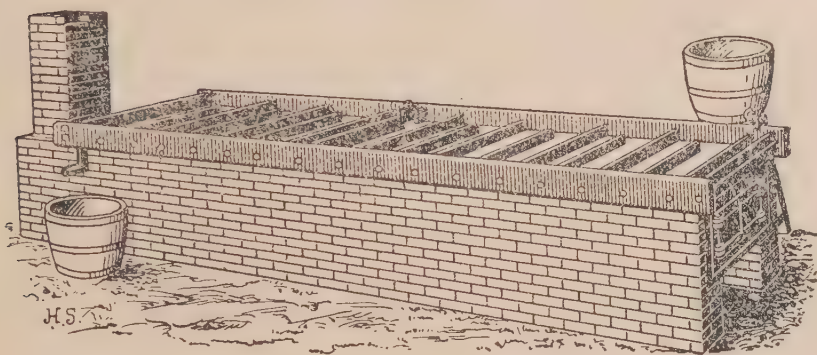


Fig. 37. — Évaporateur continu pour la concentration du sirop, d'après A. Hugh Bryan.

quand il est bouillant. Le sirop contient alors environ 70 p. 100 de matières solides et 30 p. 100 d'eau.

Pendant la concentration, il est nécessaire d'écumer les impuretés qui surnagent. Les matières minérales précipitent pendant la concentration et restent sur le fond de l'évaporateur.

Analyses de jus de sorghos sucrés faites en 1910 (d'après A. Hugh Bryan).

VARIÉTÉS	DEGRÉS	SACCHAROSE	SUCRES	SUCRES
PRISES A COMPTON (CALIFORNIE)	BAUMÉ		RÉDUCTEURS	TOTAUX
Sorgho Sumac	8,1	4,07	7,37	11,44
— Planters	9,7	9,27	3,28	12,55
— Red Amber	11,9	1,43	14,46	15,89
— Minnesota Amber....	7,5	1,77	2,95	7,72
— Orange	9,2	7,99	3,38	11,37

La pulpe ou « bagasse » peut être utilisée pour l'alimentation du bétail ou la fabrication du papier.

Expérience personnelle.

Préparation familiale du sirop de Sorgho. — Les tiges sont coupées en cossettes au hache-paille et broyées dans un genre de mâchoire à pommes serrée qui les brise. Elles sont ensuite humectées d'eau chaude et pressées, humectées à nouveau à l'eau chaude et pressées une deuxième fois. Le jus est neutralisé au lait de chaux ou à la craie (carbonate de chaux en poudre), chauffé à l'ébullition, laissé reposer et décanté ou plus simplement filtré. Il est alors concentré à feu nu dans une marmite plate, jusqu'à consistance sirupeuse voulue, puis conservé en bidons ou en bouteilles.

Ce sirop a légèrement le goût de châtaigne. On peut s'en servir, dans l'alimentation, pour remplacer le sucre, à la manière du miel, soit en cuisine, soit en pâtisserie, soit encore dans la fabrication des confitures et des boissons hygiéniques fermentées.

Fabrication des confitures. — 1^o On immerge les fruits dénoyautés, pelés ou préparés dans le sirop bouillant, jusqu'à ce que le fruit soit transparent ;

2^o On retire alors les fruits avec une écumoire et on les place dans une passoire qui laisse le jus s'égoutter dans la bassine où chauffe le sirop ;

3^o On concentre le sirop jusqu'à consistance primitive, le jus des fruits l'ayant dilué ;

4^o On met les fruits dans les pots et on verse dessus le sirop concentré bouillant, en remuant un peu les fruits, jusqu'à ce que les pots soient pleins.

Remarque. — L'avantage de cette méthode, c'est que les fruits ne tombent jamais en marmelade et que les confitures n'ont jamais le goût de cuit, mais seulement le parfum des fruits frais.

Si on craint que les fruits ne soient pas assez cuits, on les fait passer une dizaine de minutes dans le sirop bouillant, on les retire comme précédemment et on reconcentre le sirop.

Ce procédé serait à employer dans nos colonies pour la fabrication économique des confitures et des fruits confits au jus de Canne à sucre concentré.

En effet, je me suis toujours demandé pourquoi on emploie du sucre cristallisé à grands frais pour la fabrication des confitures, alors que les jus de la Canne et du Sorgho, neutralisés, défequés, clarifiés, filtrés et concentrés suffisent. On éviterait ainsi une usine coûteuse. Les sucres incristallisables ne gênent nullement. Les fruits en contiennent eux-mêmes une grande quantité. Ce procédé peut, d'ailleurs, être appliqué pour le sucre ordinaire et le produit final est bien meilleur comme goût et comme parfum que ces confitures caramélisées par l'excès de cuisson.

Préparation des boissons fermentées à l'aide du Sorgho sucré.

Piquette. — Certains viticulteurs du Midi se servent du Sorgho sucré pour remonter leurs piquettes. Ils broient les tiges coupées en cossettes et les ajoutent au marc additionné d'eau. La fermentation s'engage, on soutire et on presse lorsqu'elle est terminée.

Frênette au Sorgho. — On peut aussi fabriquer, avec le Sorgho sucré et les feuilles de frêne, une boisson diurétique, laxative et antirhumatismale, très agréable au goût. On peut faire fermenter directement les cossettes dans l'eau, en calculant sur une moyenne de 10 p. 100 de sucre, mais le mieux est de couper les tiges en cossettes, de faire bouillir celles-ci dans l'eau, de les presser et de les épuiser une deuxième fois.

De cette façon, on n'est pas gêné par les cossettes toujours encombrantes.

Les proportions suivantes m'ont donné d'excellents résultats :

Feuilles de frêne sèches	250 à 500 gr.
Chicorée à café	125 à 250 gr.
Acide tartrique (1).....	70 gr.
Levure de bière ou d'alcool	50 gr.
Sirop de Sorgho	8 à 10 kg.
Eau pour	100 à 115 lit.

(1) Ou jus de 8 à 10 citrons.

Le sirop de Sorgho peut être remplacé par 60 kilogrammes de cossettes broyées ou par 6 kilogrammes de sucre cristallisé ou de glucose.

Préparation. — 1^o On fait une décoction de feuilles de frêne dans 10 à 15 litres d'eau pendant cinq ou six heures. On fait bouillir le soir et on laisse la marmite sur le fourneau encore chaud la nuit. Le lendemain, on passe le jus sur une étamine et on introduit dans le fût, on traite une autre fois par l'eau, on passe et on entonne ;

2^o On épuise la chicorée à l'eau chaude, on passe sur étamine et on entonne le filtrat ;

3^o On introduit le sirop ;

4^o On dissout l'acide tartrique et on ajoute la dissolution ;

5^o On ajoute de l'eau, environ à moitié du fût ;

6^o On délaie la levure dans l'eau froide ou légèrement tiède et on l'ajoute au liquide ;

7^o On laisse fermenter jusqu'au lendemain ;

8^o On remplit le fût en réchauffant l'eau, en hiver, de manière que le liquide soit à environ 20° ;

9^o On laisse fermenter dix jours ;

10^o On met en bouteilles qui sont conservées debout.

Cette boisson est excellente. J'en ai consommé pendant des années, sucrée de façons diverses, sucre, glucose, figues, etc...

On peut remplacer les feuilles de frêne par du houblon qu'on fait infuser. On obtient alors un liquide légèrement alcoolique qui possède le goût de la bière.

*Teneur en sucre des Sorghos sucrés cultivés dans la vallée du Loir
et dans la région parisienne.*

Morée (Loir-et-Cher). Sorghos récoltés à maturité le 28 septembre 1919, sucres calculés pour 100 grammes de tiges analysées trois jours après la récolte, voyage temps chaud.

	1	2	3	4	5	6
Sucres totaux en glucose...	13,14	12,38	10,83	13,22	14,06	13,86
Réducteurs	8,59	7,85	6,92	8,64	7,88	7,37
Saccharose.....	4,15	4,13	3,71	6,06	5,87	6,16

Vanves (Seine) à maturité 25 septembre-5 octobre 1919 :

	1	2	3	4
Sucres totaux en glucose.....	7,85	8,00	9,36	9,64
Réducteurs	0,64	2,57	0,64	0,53
Saccharose.....	6,49	4,89	7,85	8,20

Morée (Loir-et-Cher). Analyse trois jours après la récolte, voyage temps chaud fin septembre 1919 :

	1	2	3	4
Sucres totaux en glucose	9,63	11,65	10,65	12,35
Réducteurs	3,32	6,05	5,82	6,47
Saccharose.....	5,78	5,04	4,35	5,29

Berthelot et Trannoy (*C. R. Académie des Sciences*, t. C, L. XVI, n° 20, pp. 824-827 I, diag.), ont obtenu 14 p. 100 de saccharose le 5 octobre, dans le jus de Sorghos semés le 25 avril. La teneur se maintient entre 12 et 14 p. 100 pendant six semaines. Cette teneur est un peu inférieure à celle des betteraves sucrières.

La suppression de la panicule n'a pas augmenté la richesse saccharine des plantes opérées.

La teneur en sucre et leur évolution dans les Sorghos sucrés ayant été particulièrement étudiées aux Etats-Unis, j'ai simplement voulu me rendre compte de la teneur en sucre du Sorgho au moment de la maturité, sous le climat parisien, sur le seul Sorgho sucré hâtif de Minnesota que j'ai pu me procurer jusqu'ici. J'ai obtenu au maximum 14,06 et 13,86 de sucres totaux pour 100 grammes de la tige entière le 28 septembre avec des plantes récoltées à maturité, à Morée (Loir-et-Cher) avec un minimum de 12,38 et 10,83 p. 100 de tiges entières.

A Vanves (Seine), le 5 octobre, j'ai seulement obtenu 9,64 de sucres totaux pour cent de tiges entières au maximum et 7,85 au minimum le 25 septembre.

Ces résultats ajoutés à ceux de D. Berthelot et Trannoy (14 p. 100 de sucres totaux du jus, le 5 octobre, à Meudon (S.-et-O.), 1918) et à ceux de Semichon et Ruby, 1921, 15,35 à 12,20 p. 100 pour le Mac Lean et 12,48 à 11,10 p. 100 pour le sucré hâtif de Minnesota, montrent que la culture des Sorghos sucrés est par-

faitement possible en France et que le Sorgho sucré hâtif de Minnesota peut rapporter jusque sous le climat parisien. Ces derniers auteurs ont eu à leur disposition plusieurs des meilleures variétés américaines qui ont fort bien réussi dans leurs cultures des Pyrénées-Orientales.

Les Sorghos sucrés (S. sucré hâtif de Minnesota, S. Coleman, S. Mac Lean, S. Orange) cultivés à Palau-del-Vidre (Pyrénées-Orientales), dans le domaine de M. Henri Jonquères, sous la direction de M. J. Ruby, ont donné d'excellents rendements le 2 octobre.

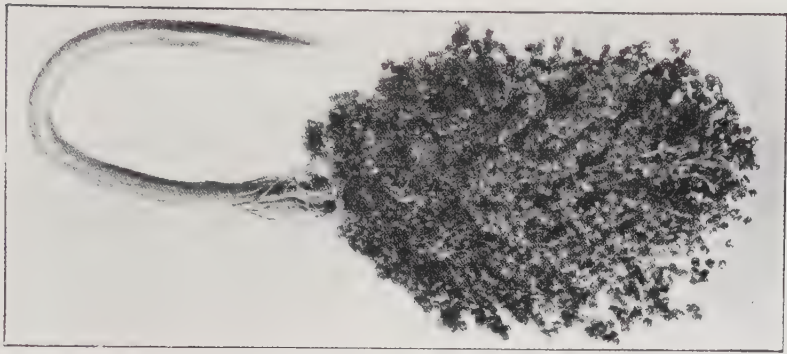
	RENDEMENT A L'HECTARE	
	en tiges vertes feuillées	en tiges vertes effeuillées
S. sucré hâtif de Minnesota	36.250 Kgr.	25.400 Kgr.
S. Coleman	31.250 Kgr.	24.700 Kgr.
S. Orange	57.500 Kgr.	47.700 Kgr.
Mais géant de Serbie.....	23.750 Kgr.	20.200 Kgr.

(M. J. Ruby, *Annales des Sciences agronomiques*, n° 2, 1921.)

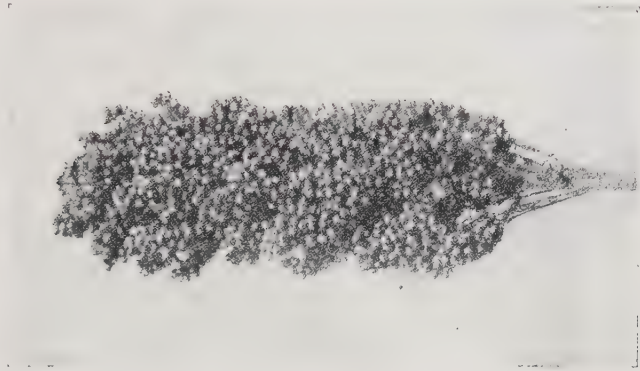
Toutes ces plantes ont été analysées par L. Semichon (*Ann. Sc. Agron.*, n° 2, 1921). Les rendements qu'il a obtenus sont résumés dans le tableau suivant. Ils montrent que dans les Pyrénées-Orientales, le Sorgho a donné de meilleurs résultats que le Maïs et que la castration augmente notablement la quantité de sucres totaux dans la plante. Ils montrent encore que le Sorgho en séchant garde ses sucres totaux au moins pendant un certain temps et que l'exploitation industrielle en est, par là, facilitée, la conservation sous hangar aéré étant chose facile.

Sucres totaux pour 100 de matières sèches.

VARIÉTÉS	2 OCTOBRE	24 OCTOBRE	Coupé le 2 octobre Analysé le 5 novembre
Sucré hâtif de Minnesota	44,43	43,48	
— — —	45,40	41,35	36,08
S. Coleman	51,69	56,25	
—	51,68	52,05	53,35
S. Orange	50,88	49,96	
—	49,16	46,46	50,70
Mais géant de Serbie.....	38,53		41,68



C. — Panicule de « S. à crochet »,
cou d'oie, Goose neck, env. au
tiers (cl. A. Hug Bryan).



B. — Panicule de « S. Sumac » env. au tiers
(cl. A. Hug. Bryan).



A. — Panicule de « Sorgho Orange »
environ au demi (cl. A. Hug. Bryan).

Les rendements à l'hectare le 2 octobre ont été les suivants :

VARIÉTÉS	TIGES VERTES EFFEUILLÉES	SUCRES TOTAUX
S. sucré hâtif de Minnesota	25.400 Kgr.	3.114 Kgr.
S. Coleman	24.700 —	3.025 —
S. Orange	47.700 —	6.210 —
Maïs géant de Serbie.....	20.200 —	1.915 —

Ces rendements montrent que, dans le Midi, la culture des Sorghos sucrés, en particulier celle du S. Orange, serait intéressante, surtout si on utilisait les pulpes à la fabrication du papier. On pourrait également la comprimer, la sécher et en faire un aliment de transport pour le bétail en la mélangeant à la ferme avec des mélasses ou des farines et des tourteaux.

Remarque. — J'ai cependant observé pour le Sorgho hâtif de Minnesota, que cette plante hâtive a besoin d'eau pour se développer normalement et économiquement. Les années sèches ne lui sont pas favorables s'il n'est pas cultivé dans un terrain assez léger à fond frais.

On ne pourrait envisager la fabrication du sirop de Sorgho que comme annexe d'une usine de pâte à papier chimique. Le Maïs à sucre pourrait, d'ailleurs, rendre sensiblement les mêmes services, bien qu'il soit plus sensible aux parasites. Pour l'exploitation du sucre, la Betterave sucrière donne, même dans le Midi, de meilleurs résultats que le Sorgho sucré. En Espagne, même, on a abandonné la Canne à sucre pour la Betterave. Les Américains ont certainement une raison économique sérieuse pour abandonner le Sorgho comme producteur de sucre. Je ne pouvais pourtant pas passer sous silence ce chapitre utilitaire de l'histoire des Sorghos sucrés. Ceux-ci occupent, d'ailleurs, une place économique de première importance comme fourrage. Ils rapporteront certainement plus sous cette forme à l'agriculteur avisé qui en fera consommer à son bétail comme ration d'entretien pendant l'hiver, jusqu'aux fourrages nouveaux du printemps.

ANALYSE DES ET MAÏS CULTIVÉS A PALAU

Marche de la maturation dans les Sorghos et

Pour Cent d

VARIÉTÉS	MATIÈRE SÈCHE						SUCRES RÉDUCTEURS					
	7 Sept.	13 Sept.	20 Sept.	2 Oct.	24 Oct.	Coupe 2 Octob. Analyse 5 Nov.	7 Sept.	13 Sept.	20 Sept.	2 Oct.	24 Oct.	Coupe 2 Octob. Analyse 5 Nov.
S. sucré hâtif de Minnesota.....	A. 19.6	25.7	29.1	23.9	28.7	40.8	2.21	6.17	3.35	2.81	1.65	9.00
	B. 21.5	25.0	29.4	27.0	29.5		2.44	5.25	3.88	2.08	2.16	
	C. 16.5	24.4	22.5	24.9	26.3		2.19	7.74	3.53	2.41	2.12	
S. Coleman	A.	20.2	24.0	23.2	26.4	34.3		3.44	5.01	2.53	2.25	7.48
	B.	17.2	21.3	23.7	27.2		6.24	5.60	2.80	2.21		
	C.	17.4	19.5	26.0	22.0		5.65	6.04	2.40	2.75		
S. Mac Lean.....	A.	21.2	24.3	27.2	31.0			1.74	3.42	1.28	1.47	
	B.	21.2	25.3	28.5	29.5		2.59	2.12	1.82	1.55		
	C.	23.2	23.8	28.7	27.5		3.90	2.73	1.71	1.57		
S. Orange	A.	21.2	23.2	25.9	29.7	35.5		4.94	4.77	1.89	1.63	4.06
	B.	20.4	22.6	26.5	30.3		6.17	4.07	1.67	1.19		
	C.	16.4	20.8	24.5	24.3		3.80	4.13	2.80	2.36		
Maïs Country Sweet.....	A.	27.2	25.8	27.3	Tiges desséchées			4.91	4.09	4.41		
	B.	19.4	20.9	24.1			2.43	3.18	3.55			
Maïs White Ever- green.....	A.	23.7	22.7	24.4				3.82	3.16	6.77		
	B.	20.2	21.0	19.0			6.05	2.50	4.02			
Maïs Holder.....	A. 16.8	19.1	23.0	Tiges desséchées			2.63	1.15	2.06			
	B. 1.65	16.2	18.0				2.15	5.38	3.21			
Maïs Early Mam- mouth.....	A.	24.8	24.0	25.0				4.80	7.77	7.98		
	B.	19.4	19.3	19.2			5.97	2.73	4.98			
Maïs géant de Ser- bie	A.	24.5	26.0	24.6	36.8			4.56	4.97	5.50	3.42	
	B.	21.6	17.3	20.5			3.47	3.06	4.04			
Sorghos	{ A. Plantes châtrées dès l'apparition des panicules. B. Plantes châtrées après la fécondation. C. Plantes non châtrées laissées comme témoins.											

(1) Tiges débarrassées des feuilles et des gaines.

SORGHOS

DEL-VIDRE, par L. SEMICHON

Maïs sucrés (du 7 Septembre au 5 Novembre)

Tiges vertes (1)

SACCHAROSE						SUCRES TOTAUX (EN GLUCOSE)					
7 Sept.	13 Sept.	20 Sept.	2 Oct.	24 Oct.	Coupe 2 Octobre Analyse 5 Nov.	7 Sept.	13 Sept.	20 Sept.	2 Oct.	24 Oct.	Coupe 2 Octobre Analyse 5 Nov.
3.83	4.95	7.27	7.42	10.21		6.24	11.38	11.00	10.62	12.48	
3.98	5.82	7.45	9.67	9.54	5.43	6.63	11.38	11.72	12.26	12.20	14.72
1.62	3.07	5.26	6.27	8.53		3.90	10.97	9.07	9.01	11.10	
	4.69	7.05	9.18	11.97			8.38	12.44	12.20	14.85	
	0.76	3.32	8.98	11.53	10.20		7.04	9.10	12.25	14.16	18.30
	0.98	2.08	9.18	7.36			6.68	8.23	12.06	10.50	
	7.10	8.46	13.09	12.98			9.22	12.33	15.06	15.14	
	6.78	8.86	12.09	13.11			9.73	12.51	14.45	15.35	
	5.36	8.05	11.38	11.14			9.55	11.21	13.69	13.30	
	3.46	7.06	10.72	12.55			8.61	12.20	13.18	14.84	
	3.38	7.18	10.78	12.24	13.24		9.73	11.63	13.02	14.08	18.00
	1.06	5.07	9.88	9.75			4.92	9.47	13.20	12.62	
	6.09	4.85	4.31				11.32	9.15	8.95		
	3.36	3.67	3.80				5.97	7.05	7.55		
	6.63	5.28	3.61				10.80	8.72	10.57		
	2.00	6.20	2.16				8.16	9.03	6.30		
2.41	4.17	6.40				5.17	5.54	8.80			
3.02	0.50	1.22				5.33	5.91	4.50			
	1.11	0.48	0.98				5.97	8.28	9.02		
	0.80	1.79	1.44				6.81	4.62	8.95		
	1.78	1.76	3.78		11.32		6.37	6.82	9.48		15.34
	4.28	0.92	2.25				7.98	4.03	6.41		

Mais..... { A. Plantes châtrées à l'époque où les stigmates brunissent.
 { B. Plantes non châtrées témoins.

Autres teneurs en sucre de Sorgho sucré cultivé en France

Morée (Loir-et-Cher), 19 septembre 1918, grains presque à maturité, terre très riche en humus. Tiges : 2 mètres-2 m. 10.

	N° 1	N° 2
S. réducteurs.....	0,68	0,55
Saccharose.....	8,50	9,30
Sucres totaux	9,18	9,85

Regombert (Vienne), 20 septembre 1918, reçu le 26 septembre, terre argilo-calcaire, en fleur.

S. réducteurs.....	3,425	3,14
Saccharose.....	2,131	3,53
Sucres totaux	5,556	6,67

Sèvres (S.-et-O.), terre riche en humus, exposition Nord. Tiges : 2 m. 10. 5 octobre.

Sucres réducteurs	0,09	0,11
Saccharose.....	4,342	3,257
S. totaux	4,432	3,367

Sèvres (S.-et-O.), terre sablonneuse pauvre. Tiges : 1 m. 50, grains mûrs, 30 septembre.

S. réducteurs.....	0,07	0,10
Saccharose.....	5,30	5,80
S. totaux	5,37	5,90

Vanves (Seine), 27 septembre, terre légère. 1 m. 80.

S. réducteurs	0,64	0,53
Saccharose.....	7,85	8,20
S. totaux	8,49	8,73

Morée (Loir-et-Cher), terre riche en azote. Analyse faite trois jours après la récolte, en septembre, journées chaudes, 1919.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
S. réducteurs.....	6,92	6,84	7,88	7,37
Saccharose.....	3,71	6,06	5,87	6,16
S. totaux	10,63	12,90	13,75	13,53



A. — Panicule de « S. sucré hâtif de Minnesota », Minnesota amber, env. au quart (cl. A. Hug. Bryan).



B. — Freed Sorghum. Sorgho de Freed a grains blancs, intermédiaire entre les Sorghos à grains et le Sorgho sucré dont il a le port et la forme de la panicule (cl. Kans. St. agric. col.).



C. — Saggina, Sorgho à grains rouges et à glumes noires cultivé en Toscane, rappelle l'*Holcus niger* d'Arduino, 1786. (Fig. 24).

En résumé, les Sorghos sucrés pourraient donner lieu à une exploitation sucrière, en France, à la condition : 1^o d'exploiter le sous-produit, qu'est la pulpe, à la préparation d'une nourriture pour le bétail, ou mieux, à la fabrication de la pâte à papier ;

2^o De ne pas chercher à obtenir le sucre cristallisé mais seulement le sirop directement utilisable dans la fabrication des confitures, en pâtisserie, en brasserie, etc...

Les rendements sont avantageux lorsque le climat est favorable comme dans les régions méridionales de la France, au sol frais en profondeur. La vallée de la Loire et celle de la Garonne se prêteraient très bien à cette culture et le Sorgho sucré hâtif de Minnesota et l'Ambré rouge peuvent rapporter jusque dans la région parisienne.

CHAPITRE VIII

LA CIRE DE SORGHOS

Comme chez les Graminées en général, il se développe, à la maturité, sur la tige des Sorghos une efflorescence cireuse, la « cérosie », qui en recouvre toute la surface.

Cette cire végétale est analogue à la cire de Canne à sucre. Elle existe sur les tiges de Sorghos en quantité trop minime pour que son extraction par grattage à la main soit praticable, les tiges de Sorghos contenant seulement environ 0,3 p. 100 de cire.

Il en serait tout autrement, comme d'ailleurs pour la Canne à sucre, si l'on faisait l'extraction de cette cire à partir des crasses retenues dans le filtre-presse, après la défécation des jus par la chaux qu'on emploie en faible proportion. On pourrait amener ces boues de crasses à des teneurs de 5 à 10 p. 100 de cire. Il suffirait d'utiliser les chaleurs perdues des usines pour les sécher. On traiterait alors ces crasses séchées et broyées, par la benzine, dans des appareils à épuisement. On pourrait ainsi récupérer une centaine de kilogrammes de cire à l'hectare. La benzine récupérée par distillation laisserait alors la cire qui fond vers 90° centigrade.

Ces cires, économiquement obtenues, auraient certainement un gros emploi dans la fabrication des encaustiques et des cirages comme succédané de « cire de Carnauba » extraite des feuilles du *Corypha cerifera*, Virey (Palmiers). La « cire de Raphia », produite par les palmiers *Raphia rufia* Mart., si abondants à Madagascar, serait d'ailleurs aussi un intéressant succédané de la cire de Carnauba, pour laquelle nous sommes tributaires du Brésil.

CHAPITRE IX

UTILISATION DU SORGHO DANS LA FABRICATION DE LA PÂTE À PAPIER

Historique. — Pour figurer leur pensée, la conserver et la léguer aux générations à venir, les hommes primitifs utilisèrent la pierre, le bronze, le plomb, l'ivoire, la cire, etc... Plus tard, ils se servirent de peaux d'animaux (parchemin) et de feuilles d'arbres sur lesquelles ils gravaient des traits qu'ils rendaient apparents en les imbibant d'huile. Plusieurs peuples écrivaient sur l'écorce des arbres. On connaît le « Chant des bouleaux » des anciens peuples d'Outre-Rhin, qui est considéré comme un des poèmes allemands les plus anciens. Il est écrit sur l'écorce de bouleau.

Plus de six siècles avant notre ère les Egyptiens fabriquaient déjà du papier avec le Papyrus, *Cyperus papyrus*, élégante Cypéracée haute de 2 à 3 mètres, qui est continuellement figurée dans les monuments et tombeaux égyptiens. L'usage du papier de papyrus s'était tout à fait généralisé à l'époque de l'Empire romain. Par suite de sa consommation croissante il devint à partir du ^{ve} siècle de plus en plus rare et cher.

C'est au ^{ix}e siècle, d'après Bernard de Montfaucon (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, t. VI, pp. 605 et suivantes) que le papier de chiffon remplaça les feuilles de papyrus en Orient. Ce papier était connu sous le nom de parchemin de toile. Les Croisés introduisirent ce procédé en Europe dans le courant du ^{xii}e siècle.

Il fut modifié et mis en usage un peu partout. Ces papiers étaient alors presque exclusivement composés de chanvre et de

lin. Les premières papeteries de chiffons furent établies en France vers 1312 à Troyes et à Essonne. Vers cette époque, il s'en fonda à Fabiano, à Golle, à Padoue en Italie. C'est seulement au xve siècle que les premières papeteries furent établies en Angleterre.

Jusqu'au xviii^e siècle les recherches dans cet ordre d'idées avaient surtout pour but de développer l'industrie textile proprement dite.

Olivier de Serres vantait l'*Ortie* qui rend une exquise matière dont sont faites de belles et déliées toiles. Parmentier, l'illustre agronome, apothicaire aux armées, dans ses *Mémoires sur les avantages que la province de Languedoc peut retirer de ses grains*, etc... (Paris, 1789), rappelle que c'est également Olivier de Serres qui fit le premier les expériences en grand, sur les ordres de Henri IV, dans les jardins des Tuileries, sur la manière de filer l'écorce de Mûrier blanc.

On lit, en effet, p. 463, dans le *Théâtre d'Agriculture et Mesnage des champs* d'Olivier de Serres, seigneur de Pradel, imprimé en 1600 à Paris, cette intéressante indication : « Je dirai à la louange du *Mûrier blanc*, que l'écorce de tendres vergetons, coupée en sève, sert à faire des cordages (ainsi qu'on fait à Louvre en Parisi de celle de filet), voire de grandes toiles, estans les escorces naisées et accommodées comme le chanvre. »

Ces qualités de l'écorce du Mûrier utilisées encore sur une grande échelle en Chine et au Japon pour la fabrication du papier de luxe n'étaient pas assez connues en Europe pour que les papeteries en tirent un profit appréciable.

Au xviii^e siècle, la consommation du papier étant en augmentation constante, des travaux furent entrepris de divers côtés pour remplacer en papeterie les chiffons rares et chers.

Il semble que les premiers essais soient dus à deux naturalistes l'un français, Guétard, l'autre né à Leipzig, Gledisch, qui, vers 1750, avaient obtenu du papier d'emballage en partant de la paille comme matière première. Guétard, surtout, avait fait, depuis longtemps, de nombreuses tentatives pour remplacer le chiffon « en prenant des plantes qui n'auraient point passé par

l'état de toiles et de drapeaux, dans lesquelles il sentit qu'on devait trouver du papier, quoique plus difficile à en extraire ». Dans les moulins à papier des environs d'Etampes, son pays natal, il avait pu expérimenter les matières les plus variées : Palmier, Sparte, Cocotier, Bananier, Aloès, Mauves, Algues, Varechs, Conferves, Etoupe, Filasse, etc... Pendant que de son côté le célèbre Réaumur émettait cet avis : « Que le bois qui pourrit peut tout aussi bien que le chanvre être employé à former du papier. »

La question dès lors paraît intéresser les savants.

En 1765, J.-C. Scheffer de Ratisbonne publie un livre contenant des *papiers de paille* et d'autres substances. Imitant cet exemple Léorier Delisle fait paraître en 1786 un petit ouvrage entièrement imprimé sur papier de *Guimauve* et réunit en fin de volume une vingtaine de feuilles du même format portant sur chacune d'elles l'indication de sa matière première d'origine : *Ortie, Houblon, Mousse, Roseau, Conferve, Chiendent, Fusain, Coudrier, Orme, Tilleul, écorce d'Osier, de Marsaut, de Saule, de Peuplier, de Chêne, Bardanne et Chardon.*

Dans l'épître dédicatoire de cet ouvrage au marquis du Crest, garde des Sceaux, Léorier de Lisle, après avoir rappelé ses efforts et ses longs travaux dans l'étude de l'art de la papeterie, ajoutait : « J'ai soumis à la fabrication du papier toutes les plantes, les écorces et les végétaux les plus communs. Les échantillons qui sont à la fin de ce volume ne sont que des extraits de mes expériences. J'ai voulu prouver qu'on pouvait substituer aux matières ordinaires du papier, qui deviennent chaque jour plus rares, d'autres matières plus inutiles. »

Ces études étaient d'autant plus intéressantes que depuis plus d'un siècle les édits royaux et de nombreux arrêtés du Conseil d'Etat : ceux du 11 juillet 1671 et 27 janvier 1739 en particulier, les Conseils et Bureau du commerce, les Chambres de commerce, mettaient tout en œuvre pour favoriser le développement des papeteries et assurer l'écoulement de leurs produits aux colonies et à l'étranger.

L. Lande, Duhamel, Desmarest, membres de l'Académie des

Sciences, avaient été chargés de missions pour étudier les progrès accomplis en papeterie dans les manufactures étrangères. Ils s'étaient ensuite rendus dans les usines françaises pour y introduire les perfectionnements désirables et en assurer l'application à l'aide d'importantes subventions au besoin.

La Révolution éclata avec ses troubles profonds de la vie industrielle.

Vint ensuite l'Empire, ses guerres continuelles et le blocus continental qui aggrava encore les conditions difficiles du commerce et de l'industrie. Le travail des usines avait tellement diminué qu'il n'était plus urgent de trouver à remplacer les chiffons.

Le 17 février 1801, Mathias Koops prit un brevet, en Angleterre, pour un « procédé de fabrication de papier avec de la paille, des déchets de chanvre et de lin et différentes sortes de bois et d'écorces en les trempant ou les faisant bouillir dans l'eau à laquelle on ajoute de la potasse ou des cristaux de soude ».

Séguin, collaborateur de Lavoisier, prit, la même année, un brevet ayant quelque analogie avec celui de Koops. Il publia en 1815 un procédé permettant de fabriquer du papier de paille et d'obtenir au besoin un certain degré de blancheur en baignant la pâte dans l'acide muriatique et en la lavant ensuite dans de l'acide sulfurique étendu d'eau.

C'est pourtant pendant cette longue période troublée qu'on mit au point et qu'on généralisa l'emploi des cylindres hollandais introduits en France vers le milieu du XVIII^e siècle et que l'on construisit les premières machines à fabriquer le papier continu et à le sécher directement.

Cette magistrale transformation permettait l'emploi des chiffons les plus communs. Mais ces machines grosses mangeuses remettaient à l'ordre du jour la question du remplacement des chiffons.

Mérimée, peintre et chimiste, membre de l'Institut, inventeur du papier dit le parchemin artificiel, avait essayé plusieurs procédés nouveaux pour la fabrication du papier.

Louis Piette, qui avait suivi ses travaux, fit lui-même de nombreux essais qu'il fit connaître dès 1855 dans le *Journal des fabri-*

cants de papier. Il traita de la fabrication du papier avec le bois, la paille et les matières les plus variées : cuirs, racines de chien-dent, jones, feuilles et tiges de fougères, palmiers nains, « diss » d'Algérie. Ses études avaient porté sur trois cents végétaux.

En août 1853, Charles Watt et Hugh Burgees avaient obtenu un brevet pour l'emploi, en papeterie, du bois, en grand et d'une manière constante.

À l'exposition de 1857 à Paris, Voelter et fils présentaient de très *beaux papiers de paille très blancs*.

Mais les propriétaires interdisaient à leurs fermiers de vendre la paille, le prix de cette denrée était élevé et son commerce limité, c'est ce qui détermina Voelter et fils à employer de préférence la pâte de bois.

Pendant qu'en France on hésitait entre la paille et le bois, les Anglais appliquaient l'invention de Haughton qui traitait la paille et le bois à haute pression par une lessive de soude concentrée. Ils ne tardèrent pas à conclure en faveur de l'Alfa d'Algérie ou Sparte d'Espagne. Utilisant le matériel existant dans les usines, Thomas Routledge parvint à fournir aux papeteries anglaises cinq ou six mille tonnes de pâte d'Alfa blanchie, par an. La consommation augmenta rapidement, si bien qu'en 1872 elle atteignait 150.000 tonnes et dépassa même 2.000.000 de tonnes par an.

Aimé Girard, à la suite de l'Exposition de Londres en 1872, constatait avec regret dans son rapport que l'Angleterre conservait le monopole presque absolu de la transformation de l'Alfa en pâte à papier et que les tentatives faites en France par Orioli, E. Breton, Cruzel et Dambricourt pour empêcher cet accaparement n'avait pas abouti parce qu'elles *avaient été entreprises « sur une échelle trop restreinte »*. Il faisait aussi observer qu'on tendait déjà à renoncer à la pâte de paille employée seule, « elle donne, disait-il, un papier trop sec, trop peu amoureux, suivant l'expression pittoresque de nos typographes, et les manufacturiers ont coutume de l'adoucir, de lui donner du corps, en France avec des chiffons, en Angleterre avec du « Sparte Alfa ».

À cette infériorité s'ajoutait la dépense du traitement de la

paille à la soude et au chlore nécessaires pour obtenir la blancheur nécessaire.

Tandis que la pâte de paille diminuait d'importance, la pâte de bois au contraire gagnait sur le marché. Les papiers anglais, belges, allemands, autrichiens, suisses, constitués en grande partie de cette dernière pâte, produite directement par les papeteries montées récemment dans ces divers pays ou importées de Suède et de Norvège.

Aimé Girard signala cet état de chose et le danger commercial qui menaçait notre pays. Il développa tout particulièrement l'étude de la transformation de l'Alfa et du bois en papier dans son cours magistral du Conservatoire des Arts et Métiers. Malgré les encouragements de cet éminent chimiste et ceux de la « presse papetière », on est obligé de constater ce fait : que nos papetiers français étaient devenus tributaires de l'étranger pour la matière première qui constituait depuis plusieurs années le principal élément de leur industrie.

Le vicomte d'Avenel assure (*Le mécanisme de la vie moderne*, deuxième série, Paris, Colin, édit., 1897) que le chiffon « ne correspond plus au dixième du total des papiers actuels ».

En 1890, lors du renouvellement des traités de commerce, trois cent cinquante papetiers protestèrent contre l'établissement de tout droit d'entrée sur les pâtes de bois. Droit d'entrée de 15 p. 100 réclamé par trente-quatre fabricants de pâte à papier et de cellulose. (Rapport de Gaston Simon au Comité d'Association et Syndicat de la presse républicaine départementale.)

Malgré le droit d'entrée, les importations de pâtes de bois augmentèrent, prouvant que nous n'avions pas assez de bois en France pour fabriquer les cent vingt mille tonnes de pâtes que nous demandions alors à l'étranger.

Les industriels l'auraient-ils fait qu'ils auraient du même coup aggravé les conséquences du déboisement si préjudiciable à notre pays.

Mais si actuellement, plus encore qu'à cette époque, la dévastation de la guerre ayant fait son oeuvre, les forêts françaises ne sont pas assez vastes pour alimenter en papier, d'autres plantes

que les arbres sont susceptibles de nous apporter un fort appoint pour cette fabrication si nécessaire à l'expansion de la pensée française.

Les arbres poussent lentement, ce n'est qu'au bout de nombreuses années qu'on peut revenir exploiter un même territoire.

Les plantes annuelles, les déchets industriels et agricoles sont au contraire rapidement renouvelés.

Pour ne citer que deux exemples :

1^o L'élevage du ver à soie dans la vallée du Rhône perd chaque année 180.000 tonnes de brindilles de *Mûrier*, *Morus alba*, résidu de l'élevage qui ne servent qu'à faire du feu. On en pourrait tirer facilement 8 p. 100 de fibres longues, souples et brillantes susceptibles d'être tissées comme le coton, avec le même matériel, ou de servir à la fabrication des papiers de luxe. L'emploi de ce résidu permettrait de trouver en France 10 à 15.000 tonnes d'une étoffe soyeuse qu'on pourrait tricoter et teindre. Le bois des brindilles donnerait lui-même 29.270 tonnes de cellulose, pâte à papier de bonne qualité. J'ai proposé (*C. R. de l'Académie d'Agricult.*, 1920) de le cultiver sur les talus de chemins de fer, au Sud de la Loire, pour favoriser l'élevage du ver à soie. Les jeunes pousses de *Broussonetia papyrifera* ou *Mûrier à papier*, très rustique en France, pourraient être traités de la même façon.

2^o Il est perdu dans le Midi, vallée du Rhône, Provence, Languedoc et vallée de la Garonne, 2.500.000 tonnes de *cannes de Maïs* qui, le plus souvent, sont laissées sur les champs. Ces tiges donnent environ 35 p. 100 d'une cellulose propre à la fabrication du papier. C'est donc environ 875.000 tonnes de pâte à papier qui sont ainsi perdues tous les ans en France ; sans compter les 10.000 tonnes de *cannes de Sorgho* résidu de la culture du *Sorgho à balai* qui ne servent guère que d'abris dans les jardins et de litières grossières pour les bestiaux après broyage préalable.

Qu'on ne dise pas que le papier fabriqué avec ces plantes est mauvais. Des essais ont été faits à l'Ecole de papeterie de Grenoble avec le Maïs ; j'en ai fait d'autres de mon côté avec les Sorghos. Si ces plantes, comme toutes les pailles, ont des fibres un peu courtes, il est facile de les mélanger avec des pâtes à fibres

longues : le *Mûrier*, l'*Ortie*, le *Houblon* et les *Genêts*, ces autres textiles délaissés. Les papiers obtenus avec ces mélanges auraient tout à fait les qualités des anciens papiers mélangés, pâtes chimiques, de paille ou de bois et de chiffons.

Nous aurions là un gros appoint pour notre industrie papetière nationale. Un pays est d'autant plus fort qu'il est moins tributaire de l'étranger.

Le reste pourrait nous être fourni par nos colonies, l'Afrique du Nord, avec l'*Alfa* le *Diss*, le *Palmier nain*, etc..., l'Afrique occidentale avec les pailles de *Mil*, de *Maïs* et de *Coton* qu'on brûle sur place la plupart du temps pour arrêter la propagation des parasites. Les *bois coloniaux* divers et le *Papyrus* si abondants dans notre colonie du Congo pourraient aussi être employés.

Fabrication. — On a parlé à différentes reprises des *papiers de Maïs* et de *Sorgho*. D'abord vers 1860, puis en juin 1907. Une mission fut confiée à Paul Ammann par le Gouvernement de l'Afrique occidentale française en vue de rechercher sur ces bases l'emploi industriel de la fibre de *Sorgho* (*Le Papier*, n° 18, 25 septembre 1909).

Les premiers essais sur tiges sèches en mauvais état donnèrent 20 p. 100 de pâtes mécaniques, ce procédé donnant des résultats insuffisants fut condamné.

Les essais de fabrication de pâte chimique furent meilleurs, ils donnèrent 50 p. 100 en pâte grise à papier d'emballage peu avantageux à fabriquer avec le *Sorgho* comme matière première, d'autres expériences donnèrent 40 p. 100 en pâte blanche.

Les conclusions des expérimentateurs de ce dernier essai et celles d'une fabrique de la région parisienne furent que si la plante avait été traitée en vert ou en demi-sec, par grandes quantités, le rendement aurait pu atteindre 45 à 48 p. 100 et peut être 50 p. 100. L'opinion de ces fabricants à l'égard de la qualité était que la pâte obtenue serait supérieure à la pâte de paille.

Plusieurs résultats étaient donc acquis expérimentalement.

1° Les tiges de *Sorgho* ne conviennent pas à la fabrication de la *pâte mécanique*;

2° Elles conviennent *parfaitement* au contraire, à la fabrication de la *pâte chimique*, même avec des procédés industriels destinés à d'autres fibres, et elles peuvent donner un produit susceptible de figurer parmi les bons papiers;

3° La matière première est pour ainsi dire à pied d'œuvre sur les points où, en Afrique occidentale française, il conviendrait de la transformer pour en exporter les pâtes obtenues et elle y est excessivement abondante. Elle n'aurait qu'à franchir des distances relativement faibles pour arriver aux fabriques.

Actuellement, avant d'installer des usines à pâtes à papier, il faudrait bien étudier les prix du fret tant par les lignes Thiès-Kayes et Dakar-Saint-Louis que par bateau, ces prix étant trop souvent malheureusement prohibitifs.

La seule façon pratique de traiter les pailles de Mil serait la méthode chimique.

Il faudrait voir si ces pailles sèches contiennent encore suffisamment de sucres pour qu'ils valent la peine de les extraire. Les sucres sont, en effet, gênants dans la fabrication des pâtes chimiques. Ils brunissent les lessives et les fibres et il est nécessaire d'employer une plus grande quantité de chlore. De plus les sucres, matières alimentaire, sont très intéressants à récupérer comme sous-produits.

L'usine à papier coloniale devrait être installée près d'une chute. La soude des lessives et le chlore nécessaires au blanchiment seraient produits par l'électrolyse du sel marin, facilement obtenu dans ces pays chauds et secs.

Les derniers procédés les plus perfectionnés sont basés sur l'action de la soude, NaOH , en coction avec ou sans pression et action consécutive de chlore gazeux qui donnent des pâtes très blanches d'un emploi pratique aussi parfait que possible.

Dans les régions méridionales où se développent bien les Sorghos sucrés, comme l'ont démontré les expériences de Ruby et de Semichon, 1917 (*Annales des Sciences agronomiques*, 1921), il serait intéressant d'appliquer au Sorgho le procédé que les Américains appliquent en grand au Maïs sucré à l'usine de Murrysville, comté de West-Moroland, Pensylvanie. (Georges Avot,

Moniteur de la Papeterie française et de l'Industrie du papier, 15 décembre 1912). Les tiges qui contiennent 88 p. 100 de jus titrant jusqu'à 18 p. 100 de sucre sont écrasées et pressées entre les rouleaux d'un moulin à cannes ; entre chaque passage sous les rouleaux broyeurs et compresseurs, la pulpe formée est arrosée à l'eau chaude qui l'épuise en sucres, en prenant la place du jus sucré.

La pulpe écrasée en bouillie est ensuite mise dans un lessiveur rotatif où elle subit un premier lessivage en présence d'une solution à 1 p. 100 de soude caustique. Dès que la pulpe est introduite et avant d'ajouter la lessive alcaline, on fait le vide dans l'appareil, pour activer la pénétration de la soude dans la pulpe. L'introduction se fait simplement par l'ouverture d'un robinet qui laisse couler la lessive. Celle-ci doit recouvrir complètement la pulpe.

On introduit alors la vapeur à 2 kilogrammes pendant cinq heures. Ce premier lessivage effectué, on fait écouler la lessive, alors qu'il existe encore un peu de pression dans l'appareil. La grande quantité de lessive faible s'écoule. La cellulose a subi dans ce premier traitement un commencement d'action chimique en même temps qu'un lessivage.

La vasculose et la lignine ne sont pas dissoutes à cette température et à cette concentration.

Généralement cette première lessive n'est pas récupérée à cause de sa trop grande dilution.

La fibre est trop peu attaquée pour que les hypochlorites aient une action immédiate efficace. On peut cependant les appliquer dans la fabrication du papier d'emballage.

Pour la pâte blanche il est nécessaire d'opérer un deuxième traitement.

La cellulose étant égouttée légèrement dans le lessiveur même, on ferme l'appareil, on y fait le vide et en y introduit la moitié du volume de la première lessive, mais cette fois-ci à une concentration plus forte, à 7, 8 ou même 10 p. 100 de soude caustique. On introduit la vapeur qu'on laisse à 5 kilogrammes de pression pendant cinq heures.

Après ce deuxième traitement la cellulose est vidée, la lessive

est évaporée dans des appareils à triple effet et finalement récupérée dans des fours.

La pâte de cellulose est alors lavée dans des piles laveuses ordinaires et immédiatement blanchie à l'aide d'une solution de chlorure de chaux.

54 kilogrammes de chlorure de chaux suffisent pour 100 kilogrammes de pâte. La pâte subit alors un dernier lavage puis est envoyée au presse-pâte.

La cellulose de Maïs est blanche, nerveuse, elle donne de l'opacité au papier et semble se rapprocher de celle d'Alfa.

Avant de se décider dans le choix d'un procédé chimique pour l'extraction de la cellulose d'une plante, il est nécessaire de connaître la composition de cette plante.

La cellulose est l'élément le plus important de la constitution des plantes. C'est un composé hydrocarboné répondant à la formule $(C^6H^{10}O^5)^n$. Elle est mélangée de lignicellulose, ou lignine, ou vasculose, de pectose et de cutose.

Tous ces corps sont moins résistants aux agents chimiques que la cellulose. Celle-ci ne donne pas de produits d'addition avec les halogènes et offre une certaine résistance aux alcalis, aux acides et à l'action hydrolysante des oxydants.

On a proposé trois méthodes pour extraire la cellulose des végétaux (Umberto Pomilio, La fabrication de la cellulose à l'aide du chlore, *Chimie et Industrie*, septembre 1921).

1^o Traitement par la soude ;

2^o Traitement par les bisulfites ;

3^o Traitement par des corps oxydants puis par des alcalis.

Au point de vue théorique on met au premier plan la troisième de ces méthodes.

En effet, C.-F. Cross et E.-J. Bevan, dans leur traité classique intitulé : *A text book of Paper Making*, 1920, p. 4, proposent la méthode suivante pour isoler et pour doser la cellulose :

a) Faire bouillir avec une solution de soude caustique à 1 ou 2 p. 100 la matière fibreuse qu'on lave ensuite avec soin ;

b) L'exposer encore humide à l'action d'une atmosphère de chlore gazeux ;

c) Traiter à nouveau par une solution alcaline bouillante.

Ce traitement élimine presque tous les éléments non cellulodiques des végétaux. Il ne reste plus que la cellulose.

On fait disparaître les impuretés colorées par un traitement approprié à l'aide d'un agent *décolorant*. On termine par un lavage à l'alcool et à l'éther. On obtient une masse de fibres cellulodiques tout à fait blanches et plus ou moins translucides.

D'après les mêmes auteurs, la *lignicellulose*, élément très important à éliminer de la pâte à papier, se caractérise par la réaction suivante :

La *lignicellulose* se combine directement avec les halogènes, notamment avec le chlore. Cette combinaison s'accompagne d'un changement de couleur. Le produit halogéné devient *jaune brillant*.

Cette chloroquinone jaune dissoute dans une solution de sulfite de sodium y donne une coloration rouge grenat.

Bien que cette réaction serve qualitativement à caractériser la lignicellulose, elle peut encore servir à doser quantitativement la cellulose elle-même.

Chlorage de la lignicellulose. — Cette importante technique mérite une description :

1° La fibre est d'abord traitée par une solution bouillante de soude caustique à 1 p. 100 de NaOH ;

2° Elle est ensuite lavée avec soin ;

3° Puis pressée jusqu'à ce qu'elle ne contienne que son propre poids d'eau ;

4° Dans cet état elle est exposée pendant une heure à l'action d'une atmosphère de chlore humide ;

5° Après ce chlorage on lave la fibre pour éliminer l'acide chlorhydrique formé pendant l'opération ;

6° On la plonge ensuite dans une solution bouillante de sulfite de sodium à 1 ou 2 p. 100 de SO_3Na^2 ;

7° On achève d'isoler la cellulose en alcalinisant la solution avec un peu de soude caustique à 0,21 p. 100.

On continue à faire bouillir la masse fibreuse pendant deux à trois minutes.

8° On filtre la masse fibreuse obtenue et on lave à fond.

C'est de la cellulose pure.

Cette pureté est vérifiée par le fait que le produit obtenu ne donne plus la réaction caractéristique des corps non cellulosiques.

Quantitativement les faits suivants sont importants : le dérivé chloré jaune obtenu correspond à la formule suivante : $C^{18}H^{18}O^4Cl^4$.

La substance fibreuse primitive, après traitement alcalin, absorbe 8 p. 100 de son poids de chlore pour donner naissance à ces composés chlorés. Il se produit en même temps une quantité équivalente d'acide chlorhydrique. Le rendement en cellulose est de 75 à 80 p. 100 suivant la qualité et la pureté de la fibre. La cellulose obtenue est un mélange de deux corps : l' α -cellulose qui ressemble à la cellulose normale du coton et la β -cellulose qui est moins résistante à l'action hydrolysante des acides et des alcalis. Dans les autres procédés d'attaque de la fibre pour isoler la cellulose, cette variété β est hydrolysée et dissoute. Le rendement tombe à 62,66 p. 100 au lieu du rendement théorique de 100 p. 100 obtenu au laboratoire dans des opérations bien conduites à l'aide du procédé au chlore.

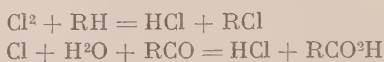
Pratiquement, en usine, les matières cellulosiques sont divisées en copeaux déchiquetés et broyés à l'aide de machines spéciales.

Elles sont ensuite introduites dans des cuiseurs autoclaves garnis d'un revêtement en brique ou autre résistant aux acides. Elles sont soumises à un lessivage dans un bain faiblement alcalin à 1 ou 2 p. 100 pendant une durée plus ou moins longue suivant la température du bain tandis qu'après la sortie dudit bain on fait dans l'autoclave un vide partiel jusqu'à ce que l'indicateur marque 50 et 65 centimètres. On introduit le chlore gazeux jusqu'à ce que l'indicateur de vide marque zéro. On laisse agir le chlore pendant un temps variable de une à plusieurs heures suivant la quantité et la qualité de la fibre traitée.

La fibre est alors lavée à l'eau pure puis soumise à un nouveau lessivage alcalin qui a pour effet d'éliminer l'acide chlorhydrique restant et toutes les matières incrustantes ou impuretés.

La cellulose obtenue est ensuite lavée, épurée, puis blanchie dans un bain très étendu d'eau de Javel ou de chlorure de chaux. On peut aussi soumettre les fibres humides à l'action d'un hydro-extracteur avant de les soumettre au gaz chlore.

Causes de mauvais rendement. — Les mauvais rendements en cellulose sont dus à la réaction du chlore sur les matières non cellulosiques dans le schéma suivant :



Ces deux réactions ont lieu à la température ordinaire. Elles sont exothermiques. Elles donnent de plus naissance à une grande quantité d'acide chlorhydrique. Il s'ensuit qu'en traitant de grandes masses de pulpe végétale la matière s'échauffe et l'acide chlorhydrique concentré attaque la cellulose et la détruit.

Les composés RCl et RCO²H dérivent des matières non celluliques et sont généralement insolubles.

Il faut les transformer en sels sodiques pour les rendre solubles et les éliminer par un bon lavage.

Le procédé du chlore gazeux est plus avantageux que les autres.

1^o Son rendement est meilleur ;

2^o La dépense est moindre pour un même produit obtenu.

Pour la cellulose de paille voici les chiffres comparatifs :

D'APRÈS MONTESSUS DE BALLORE			D'APRÈS UMBERTO POMILIO		
Procédé au Sulfate			Procédé au Chlore		
Paille de Blé	320	Kgr.	Paille.....	266	Kgr.
Charbon.....	180	—	Chlore	28	—
Carbonate de soude ...	20	—	Charbon	15	—
Sulfate de soude	32	—	Chlorure de chaux	6	—
Chaux..	34	—	Soude caustique.....	5	—
Chlorure de chaux.. ...	20	—			
Acide sulfurique...	1	lit.			

Rendement 31,02 p. 100 contre 46-47 p. 100 obtenus au laboratoire par Muller à l'aide du procédé au chlore.

Ces chiffres sont éloquentes.

La consommation du combustible est réduite à un dixième, celle de la soude à un quart, celle du chlorure de chaux à un tiers.

La consommation de matière première végétale est réduite de 20 p. 100. L'emploi de la chaux est supprimé.

Par contre, il faut considérer la dépense relative aux 28 kilogrammes de chlore gazeux humide employés, d'ailleurs variable suivant qu'il est fabriqué à l'usine ou employé en bouteilles.

Ce procédé a l'immense avantage d'être un débouché au chlore électrolytique, complément de la fabrication de la soude.

C'est celui-ci ou ses variantes, procédé de Wains ou autres, qu'il faudra employer dans nos usines coloniales futures.

Technique de l'analyse du Sorgho pour cellulose.

Humidité. — On opère sur 10 grammes de tiges et feuilles coupées en menus fragments qu'on place à l'étuve à 100-105° jusqu'à poids constant, ce qui demande environ vingt-quatre heures, ainsi que le montrent les résultats suivants :

			Humidité p. 100
Après	4 heures.....		71,4
—	4 heures et demie.....		71,962
—	5 heures.....		72,685
—	6 —		72,946
—	20 —		73,951
—	24 —		74,031
—	25 —		74,031

Cendres. — On place une capsule de platine tarée sur un bec Bunsen et on y introduit par petites portions 10 grammes de plante sèche qui n'auraient pu y prendre place en totalité.

Lorsque le tout est réduit en cendres noires, on place la capsule au moufle et on incinère, sans dépasser le rouge sombre, jusqu'à complète disparition des particules noires de carbone.

On pèse ensuite après refroidissement dans un dessiccateur. Rapporter à 100 grammes de fibres sèches.

Cendres : 5,142 p. 100.

Nota. — Plus une fibre est riche en cendres, plus elle contient de matières organiques non cellulosiques.

Matières grasses et cires. — Certaines de ces matières sont solubles dans l'éther, d'autres dans l'alcool et d'autres encore dans le mélange alcool-éther. Il y a lieu de faire subir ces trois traitements successifs à la fibre pour la dégraisser complètement.

10 grammes de plante sèche sont épuisés pendant six heures avec de l'éther dans un appareil de Louïse. On retire l'éther et l'on épuise à nouveau pendant six heures avec de l'alcool.

Après chaque épuisement, on filtre le solvant chargé de graisses dans un cristalliseur taré.

On traite enfin la plante par un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther. Cette opération ne peut se faire dans le même appareil, car avec l'alcool bouillant à 75°, l'éther seul distillerait. On place donc directement la fibre avec 150 centimètres cubes du mélange éther-alcool dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux.

Après quatre heures d'ébullition, on filtre sur le même filtre que précédemment, on lave au mélange éther-alcoolique, et après avoir réuni les différentes parties de l'extraction, on distille le tout au bain-marie. La majeure partie des solvants chassée, on place à l'étuve à 60° dans un cristalliseur taré, et on pèse après environ une heure de dessiccation.

L'augmentation de poids donne la quantité de graisse et de cire contenus dans la fibre trouvée : 3,19 p. 100 de la fibre sèche.

Le dosage de la cellulose. — On opère sur la plante sèche et dégraissée par le procédé ci-dessus.

10 grammes de fibre sont mis à bouillir pendant vingt à trente minutes dans la solution suivante :

H ² O	500 centimètres cubes
NaOH	12 gr. 5.

Il faut avoir soin de remplacer l'eau d'évaporation pour éviter la formation d'hydrocellulose.

Après refroidissement, on filtre sur un tronc de cône filtrant. On lave à l'eau pure, puis à l'acide chlorhydrique dilué, et enfin on termine les lavages à l'eau.

La fibre, bien égouttée, est ensuite placée dans un vase à précipité avec 250 centimètres cubes de brome saturée d'eau. On abandonne au repos pendant huit heures, on essore à la trompe et on lave à l'eau pure.

On recommence le traitement à la soude et au brome et enfin on filtre à la trompe sur un cône de porcelaine taré ou sur un tronc de cône filtrant. On lave avec une solution de carbonate de soude à 5 p. 100, puis à l'acide chlorhydrique à 5 p. 100, on rince enfin à l'eau pure puis à l'alcool. On termine les lavages à l'éther et on sèche à l'étuve à 60° jusqu'à poids constant.

Rapporter à 100 grammes de fibres sèches. Dans les tiges de Sorgho, trouvé : cellulose pure : 28,3 p. 100 de la plante sèche.

Nota. — Le traitement au chlore donne un rendement un peu supérieur (29,84), mais il est plus encombrant, plus compliqué d'appareillage et par là moins pratique dans les laboratoires qui ne sont pas uniquement spécialisés dans les celluloses. L'essentiel est de tenir compte de la différence, environ 2 p. 100.

Etude de la cellulose isolée de la fibre.

Recherche des oxycelluloses. — Les réactions colorées caractérisant l'oxycellulose ne sont pas toutes très sensibles. Le meilleur moyen de déceler l'oxycellulose éventuellement contenue dans une fibre est de caractériser ses groupements (CO) par formation de furfurole sous l'action des acides chlorhydrique et sulfurique.

Mode opératoire. — On place 5 grammes de cellulose pure dans un ballon de 1.500 centimètres cubes avec 200 centimètres cubes de chlorhydrine sulfurique, préparée en faisant passer jusqu'à saturation un courant d'HCl pur dans de l'acide sulfurique de densité : 1,55. On obture la fiole avec un bouchon à deux trous, l'un portant une tubulure reliée à un réfrigérant descendant,

l'autre un tube à entonnoir contenant 125 centimètres cubes d'HCl de densité : 1,06.

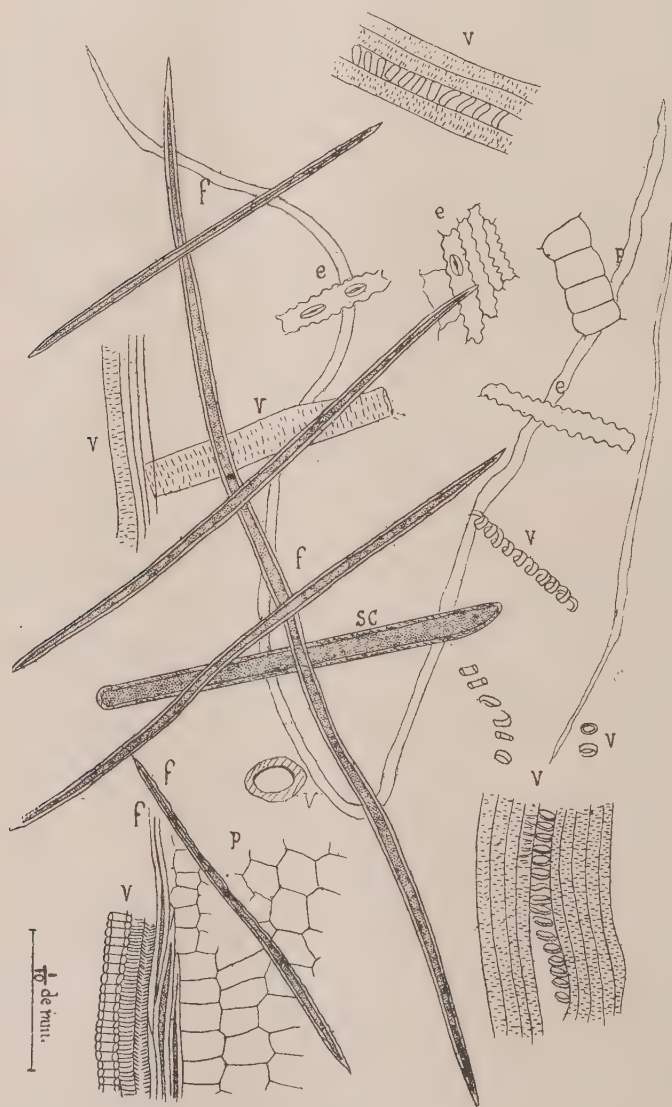
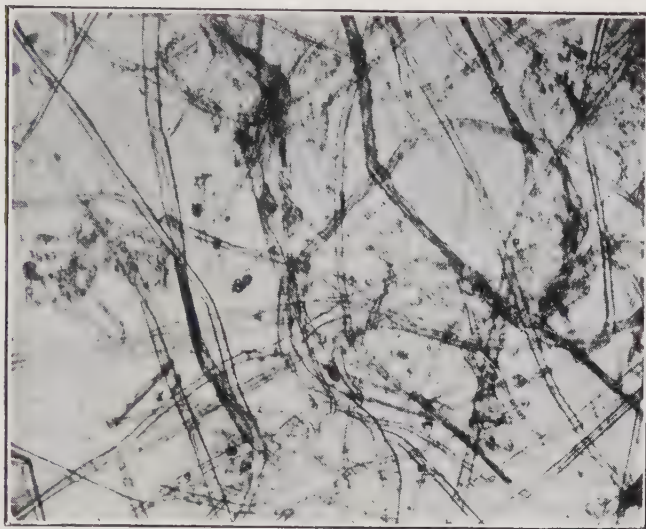


Fig. 38. — Micrographie de la pâte à papier de sorgho.

e = cellules en dents de scie de l'épiderme avec stomates ; sc = cellules scléreuses ; v = vaisseaux ; p = cellules parenchymateuses ; f = fibres.

Lorsque la cellulose est dissoute, on ajoute 50 centimètres cubes



A. — Pâte à papier de Sorgho.



B. — Pâte à papier de paille.
Photomicrographies à 118 diamètres.

d'acide chlorhydrique, densité : 1,06, 8° Baumé (100 grammes de cette liqueur contiennent 37 gr. 6 d'HCl à 20° du commerce).

On chauffe ensuite au bain d'huile de façon à entretenir une distillation donnant 2 centimètres cubes de distillat à la minute. On recueille le distillat par portions de 30 centimètres cubes que l'on remplace dans le ballon par autant d'acide chlorhydrique que l'ampoule.

On arrête la distillation lorsqu'une goutte du distillat ne colore plus en rouge une solution acétique d'acétate d'aniline. Pour obtenir cette coloration, placer dans un tube à essais 1 centimètre cube d'aniline pure fraîchement distillée, 5 centimètres cubes d'acide acétique, et une goutte du distillat. Une coloration rose-rouge indique la présence de furfurol.

On réunit les fractions distillées, en neutralise l'HCl avec du carbonate de soude mis en *petit excès*. On sature cet excès par de l'acide acétique mis lui-même en très léger excès, puis on ajoute une solution de 12 grammes de phénylhydrazine dans 5 gr. 5 d'acide acétique amenée à 100 centimètres cubes par addition d'eau. On verse cette liqueur jusqu'à cessation de la réaction du furfurol avec l'acétate d'aniline.

On filtre sur un filtre taré, on lave à l'eau puis on sèche sur le vide sulfurique. On pèse enfin le précipité de furfurohydrazone formé pour 5 grammes de cellulose. Ce poids multiplié par 0,538 donne le furfurol que l'on rapporte à 100 grammes de cellulose.

Acétylation. — L'acétylation d'une cellulose pure ne peut s'obtenir qu'après une hydrolyse préalable. L'oxycellulose, au contraire, s'acétyle directement par chauffage avec l'anhydride acétique.

2 grammes de cellulose sont soumis à l'ébullition au réfrigérant à reflux avec 100 centimètres cubes d'anhydride acétique.

Après trois heures de chauffage, on filtre, en recueillant sur un filtre taré le résidu de l'acétylation et, par différence de poids, on peut se rendre compte des dérivés acétylés formés.

On ne peut attacher aucune importance quantitative à cet essai, la quantité de dérivés acétylés variant pour une égale teneur en oxy- et hydro-cellulose, suivant la fibre génératrice : 0,873 p. 100.

Hydrolyse. — 2 grammes de cellulose sont mis à bouillir avec une solution de soude à 10 p. 100 pendant une demi-heure. Après essorage, lavage à l'eau et séchage, on pèse l'hydrocellulose formée : 77 p. 100.

Pratiquement une chose nous intéresse : la dose de cellulose pure pour 100 de plante sèche.

Les résultats trouvés sont, en résumé, les suivants :

CELLULOSE PURE P. 100			
	Tiges fraîches	Tiges sèches	Cellulose brute Tiges sèches récoltées en octobre, analysées en février
Sorgho Sucré	7,68	29,1	33,28
— Douro	5,87	24,48	40,60
— à balai	7,975	40,09	41,72
— d'Alep	7,78	34,57	51,02
Mil à chandelles	5,44	22,66	43,80

Les chiffres cités par H.-B. Vinall et R.-E. Getty, *Growing and utilizing Sorghum for forage*, 1920, p. 27, et Montgomery, *The corn crops*, 1918, p. 324, et calculés sur la plante sèche sont les suivants :

	Plantes fraîches	Plantes sèches
Kafir (40 p. 100 d'eau)	17,7	44,25
Sorgho (37,4 p. 100)	17,8	47,62
Kafir vert	7,16	25,66
Kafir vert	8,36	34,83

Dans la pratique industrielle, les rendements seraient certainement supérieurs à ces chiffres. Mais même si on trouvait 8 à 10 p. 100 de cellulose pure comme sous-produit de la fabrication du sirop ou d'alcool de Sorgho à partir de la plante fraîche, cela serait déjà très intéressant.

Comme je l'ai signalé plus haut, Paul Ammann a obtenu 50 p. 100 de pâte grise et 40 p. 100 de pâte blanche en partant de tiges sèches de Sorgho du Sénégal.

La quantité considérable de ces tiges qui sont brûlées sur place au Soudan et au Sénégal pourrait être un important appoint pour la fabrication de papier de la métropole.

Les éléments anatomiques de la pâte à papier de Sorgho sont comparables à ceux des pâtes de paille et de Maïs (fig. 38 et pl. 12).

Outre les fibres (*f*) on y rencontre des vaisseaux (*v*), des cellules scléreuses (*sc*), des cellules parenchymateuses (*p*).

La cellulose pure obtenue à l'aide de la soude et du chlore ou du brome se colore en bleu par l'iode et l'acide sulfurique (1) alors qu'elle se colore en jaune lorsqu'elle n'est pas complètement débarrassée de la ligno-cellulose qui l'imprègne à cet état, elle se colore en bleu par le chlorure et le zinc iodé.

Les fibres du Sorgho longues de 500 à 4 à 5.000 μ , larges de 10 à 30 μ environ, plutôt obtuses, comme celles du Maïs, feutrent bien, et, mélangées à des fibres plus longues, chiffons, Lin, Chanvre, Ortie, Houblon, Coton, Mûrier, Broussonetia, etc... elles donneraient le papier d'édition supérieur si nécessaire à la pensée française, qui lui permettrait d'essaimer par le monde. Souhaitons de tout cœur que les tarifs du fret par terre et par eau ne restent pas prohibitifs et nous permettent d'utiliser nos richesses nationales.

En résumé, les Sorghos donnent de 33 à 51 p. 100 environ de cellulose brute et de 24 à 40 p. 100 de cellulose pure, ces chiffres n'ayant d'ailleurs rien d'absolu, la teneur en cellulose étant fonction du climat et de la variété et aussi du procédé d'extraction. Les fibres sont un peu courtes mais elles feutrent bien. Elles sont comparables aux fibres de Maïs et de paille, mais cependant en général un peu plus longues. Elles donneraient un beau papier d'édition en les mélangeant avec des fibres plus longues. La cellulose de Sorgho pourrait être exploitée comme sous-produit de la fabrication du sirop. La paille des Mils n'est guère utilisée dans nos colonies africaines. Si les transports étaient moins coûteux et s'il était possible d'installer des usines, on trouverait là une source considérable de cellulose et de pâte à papier. Souhaitons qu'un jour elle soit mise à profit par la Métropole.

(1) Réactif de Vétillard.

CHAPITRE X

LE SORGHO CULTIVÉ COMME CÉRÉALE

Le Sorgho-céréale est une des plantes les plus intéressantes du globe. Il est aux régions sèches, semi-désertiques, chaudes et tempérées d'Afrique, d'Asie, ce que sont le Blé aux régions tempérées et le Riz aux régions tropicales humides. Les Américains l'ont acclimaté dans leurs grandes plaines du Sud-Ouest où cette culture a tellement augmenté depuis ces vingt dernières années qu'elle est passée de 800.000 hectares en 1903 à 1.200.000 en 1911, a dépassé 2.400.000 hectares en 1918 à cause de la guerre et est retombée à 2.000.000 d'hectares en 1919.

La moyenne des rendements fut d'environ 17 hectolitres à l'hectare en 1917-1918 et 37 hectolitres à l'hectare en 1919 et 40 hectolitres en 1915. Ces variations sont dues en partie aux conditions saisonnières et en partie aux méthodes de culture. Les rendements de 1915 et 1919 ont été obtenus dans des conditions favorables. Dans ces cas les variétés les moins perfectionnées donnent encore des rendements acceptables.

Avec des saisons défavorables comme en 1916-1917, les variétés à faible rendement et les méthodes de culture insuffisantes n'ont donné que des insuccès.

Dans les cultures on doit rechercher les variétés naines et précoces, surtout pour nos climats de France et d'Afrique du Nord. Ces variétés réussissent mieux en altitude, ce qui a son importance pour nous.

Variétés de Sorghos à grains.

Dans les Sorghos à grains on recherche surtout la grosseur de la panicule, la qualité et l'abondance du grain.

Ces qualités, jointes à la précocité et à la petite taille des sujets, en font des plantes de sélection excellentes.

Les Sorghos à grains cultivés comme céréale ont environ 1 m. 50 à 1 m. 80 de haut. Quelques types ont des tiges à moelle sèche avec des feuilles étroites et courtes. D'autres ont des tiges juteuses et des feuilles larges. Le jus est le plus souvent légèrement acide et quelquefois sucré.

Les panicules et les grains varient de forme ou de taille et de couleur.

On les classe en plusieurs groupes, les plus importants sont les Kafirs, les Mils et les Douros. D'autres moins importants sont les Kaoliangs et les Shallus.

Groupe Kafir. — Le groupe Kafir, à types originaires de l'Afrique du Sud, est caractérisé par des tiges robustes à entrenœuds assez courts. Les feuilles, au nombre de douze à seize ou davantage, sont larges, rapprochées à la moitié inférieure de la tige, plus espacées à la partie supérieure. Les tiges sont juteuses, mais le jus n'est généralement pas sucré. Les Américains en ont sélectionné récemment une variété à jus sucré, le *Sunrise Kafir*, *Kafir Soleil levant*. Les panicules sont cylindriques, de 25 à 40 centimètres de long, quelquefois plus. Le grain ovoïde, de grosseur moyenne, est à moitié recouvert par des glumes courtes.

Six variétés de Kafirs sont cultivées comme céréales aux Etats-Unis, sur une étendue assez grande. Ce sont : les *White (blanc)*, *Blackhull (à glumes noires)*, *Dawn (aurore)*, *Sunrise (Soleil levant)*, *Red (rouge)* et *Pink (rose)*, *Kafirs*. D'autres variétés sont encore cultivées mais elles sont peu importantes.

« *White Kafir* » (*Kafir blanc*). — C'est une des deux variétés de Sorgho à grains introduite aux Etats-Unis en 1876, provenant de l'Afrique sud orientale. Il est plutôt de petite taille, de 1 mètre



Fig. 39. — Blackhull Kafir = Kafir
à glumes noires.

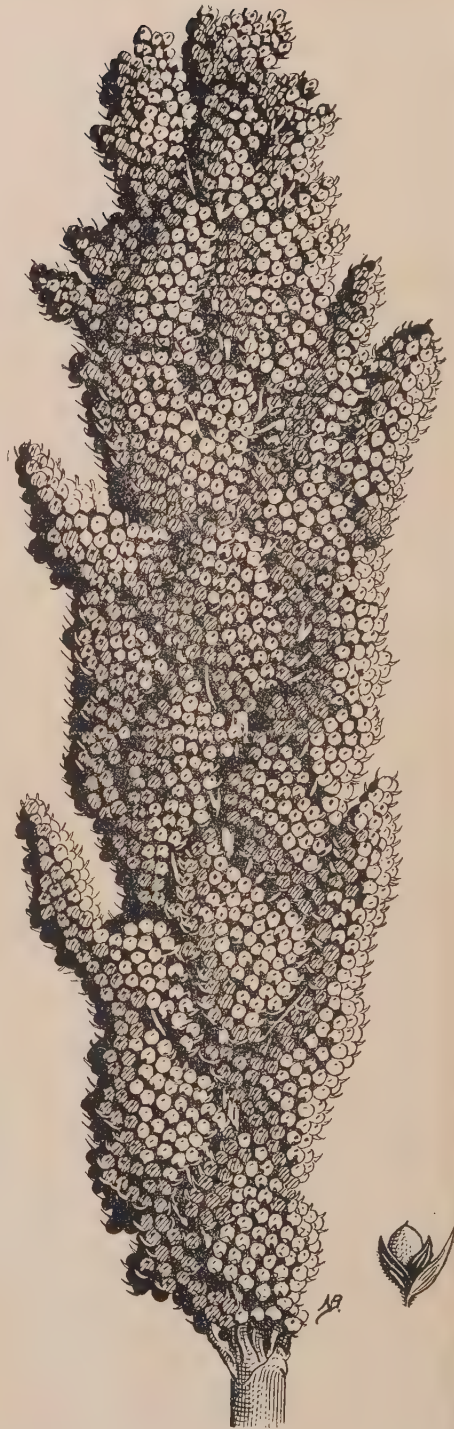


Fig. 40. — Dawn Kafir = Kafir aurore.

à 1 m. 50 de haut dans les régions arides. C'est la variété la plus précoce. Les panicules sont élancées, les glumes et les grains sont blancs. Sa principale valeur est sa précocité. Son rendement est généralement faible. Il n'est pas recommandable.

Le « Blackhull Kafir » (Kafir à glumes noires). — A fait son apparition aux Etats-Unis peu de temps après le Kafir blanc. Ses tiges sont fortes et contiennent un jus légèrement acide, elles atteignent 1 m. 50 à 1 m. 80 de haut dans les terrains secs et davantage ailleurs. Les feuilles sont au nombre de douze à seize ou plus. Elles ont de 60 à 90 centimètres de long et 7 à 13 centimètres de large. Les panicules sont lourdes et compactes. Elles ont de 25 à 35 centimètres de long avec des glumes noires et des grains blancs.

Cette variété mûrit en cent quinze à cent quarante jours selon les conditions. Elle n'est pas aussi précoce que le Kafir blanc, le Kafir Aurore, ni que le Kafir Soleil levant. Elle mûrit moins bien en altitude, étant moins hâtive que les précédentes ; c'est cependant la principale variété commerciale des Etats-Unis.

Le « Dawn Kafir » (Kafir Aurore). — Est une forme sélectionnée voilà une dizaine d'années par le Service de l'agriculture des Etats-Unis. Il n'atteint que 0. m 90 à 1 m. 40 de haut dans les terrains secs et mûrit en cent-cinq à cent vingt-cinq jours.

La forme naine et la précocité sont des qualités importantes pour obtenir un bon rendement dans les régions sèches. Cette variété gagne chaque année aux Etats-Unis.

Le « Sunrise Kafir » (Kafir Soleil levant) fut obtenu à la même époque et par le même service que le précédent. Ces deux variétés diffèrent surtout par la taille et la grosseur de leurs tiges, plus courtes et plus grosses dans le Kafir Aurore, plus hautes et plus élancées dans le Kafir Soleil levant. La tige de ce dernier contient un jus sucré et atteint 1 m. 50 à 2 m. 10 de haut dans les terrains secs. Le Kafir Soleil levant est hâtif et c'est un bon producteur de grain. Ses tiges feuillues et sucrées et l'abondance des grains en font une bonne variété d'ensilage. Il est recommandable.

Le « Red Kafir » (Kafir rouge) fut importé de l'Afrique du Sud



Fig. 41. — Sunrise Kafir = Kafir Soleil
levant.



Fig. 42. — Red Kafir = Kafir
rouge.



Fig. 43. — Pink Kafir = Kafir rose.

en Amérique en même temps que le Kafir blanc. Ses conditions de vie sont sensiblement les mêmes que celles du « Kafir à glumes noires ». Ses feuilles sont légèrement plus étroites et ses panicules plus longues et plus élancées. Les grains sont rouges et les glumes sont rouge foncé ou noires. Cette variété a été remplacée aux Etats-Unis par le « Blackhull Kafir » (Kafir à glumes noires), parce que cette dernière s'adapte plus facilement et a un rendement plus grand.

Le « *Pink Kafir* » (*Kafir rose*) fut introduit il y a quelques années de l'Afrique du Sud. On l'a choisi parmi les intermédiaires entre les grains blancs et les grains rouges.

Un Kafir rose est cultivé au Kansas sur une certaine étendue, on l'a trouvé dans un champ du Kansas voici une douzaine d'années. Il est probablement le produit du croisement du Kafir blanc et d'un Kafir rouge. Cette variété est assez hâtive et ressemble au Kafir blanc comme port. Les panicules

sont assez semblables à celles du Kafir rouge comme taille et comme forme, mais les glumes sont grises et le grain est rose ou rouge pâle.

Groupe « Mil-Douro », « Milo-Durra ». — Ce groupe est caractérisé par des tiges à moelle sèche, élancées, de 0 m. 90 à 2 m. 10 de haut, portant sept à onze feuilles plutôt petites. Les panicules sont grosses et compactes, de forme ovoïde en général. Les glumes sont noires en général. Elles sont grises dans quelques variétés et recouvrent environ au tiers les grains larges fortement aplatis, qui sont brun plus ou moins clair ou blancs.

Six variétés appartenant à ce groupe sont cultivées aux Etats-Unis, ce sont : les Mils Standard, nain, blanc, nain blanc, le Fétérta et le Douro blanc. Ces variétés arrivent à maturité en quatre-vingts à cent dix jours dans des conditions normales. Ils ont besoin de moins d'humidité, supportant des altitudes plus élevées et sont plus précoces que les Kafirs. Ils se développent bien dans les hautes terres du sud-ouest des Etats-Unis, qui reçoivent au plus 50 centimètres de pluie par an et sont à une altitude de 4.000 mètres au minimum.

« *Milo Standard* » (*Mil type*). — Le Mil fut cultivé pour la première fois aux Etats-Unis vers 1882. Les plants étaient très irréguliers comme hauteur et comme durée de végétation. La plupart des tiges étaient hautes. Le « *Milo Standard* » est un descendant sélectionné de ce type original ; il atteint 1 m. 50 à 1 m. 80 dans les terrains secs des grandes plaines du sud des Etats-Unis où on le cultive maintenant en grand. Ses tiges à moelle à peu près sèche portent neuf à onze feuilles. Ses panicules sont larges, ovoïdes et compactes, droites ou penchées. Les glumes sont noires et craquelées en travers. Elles couvrent le tiers du grain.

Le « *Dwarf Milo* » (*Mil nain*) ressemble de près au Standard, mais sa taille ne dépasse pas 0 m. 90 à 1 m. 20 selon les conditions de la saison, de 40 à 60 centimètres plus petit que le Standard lorsqu'ils sont cultivés dans les mêmes conditions. Le Mil nain compte au moins la moitié de la surface cultivée en Mil aux



Fig. 44. — Dwarf Milo.



Fig. 45. — Fétéritha.

Etats-Unis. Son rendement est meilleur que celui du Standard. Ses tiges plus courtes sont plus maniables. Il peut être moissonné d'une façon satisfaisante avec la moissonneuse à panicules.

Le « *White Milo* » (*Mil blanc*) diffère du Standard par ses grains blancs, comme son nom l'indique. Le rendement de ce Mil peut être comparé favorablement avec celui du Standard, mais n'est pas aussi important que celui du Mil nain. Sa petite superficie de culture n'a pas de tendance à s'accroître. Il n'offre aucun avantage sur le Standard.

Le « *Dwarf White Milo* » (*Mil nain blanc*) est au « Mil blanc » ce que le « *Dwarf milo* » (*Mil nain*) est au « Standard ». C'est le produit d'une sélection récente qui a donné quelques très bons rendements.

Le « *Fétérita* ». — Le « Fétérita » est d'origine soudanaise où il est abondamment cultivé. Il fut introduit aux Etats-Unis en 1906. Il ressemble au Mil, bien que ses panicules soient droites. Ses panicules sont plus allongées et ses grains blancs légèrement bleuâtre clair sont un peu plus gros que ceux du Mil. Il se développe sensiblement dans les mêmes conditions que le Mil. Il semble pouvoir encore mieux supporter la sécheresse, mais en revanche lorsque la saison est humide il réussit moins bien que le Mil.

Il donne des récoltes dans des conditions de sécheresse telles que le Mil lui-même ne réussit pas.

Le « *White Durra* » (*Douro blanc*). — C'est une des premières variétés cultivées en grand aux Etats-Unis. Il était connu en Californie sous le nom de « *White Egyptian Corn* » (Blé blanc égyptien) et dans le Kansas et les Etats environnants sous celui de « *Jérusalem Corn* » (Blé de Jérusalem). Il a été presque entièrement remplacé par des variétés plus productives de Kafir, de Mil et de Fétérita. La Californie est aujourd'hui le seul Etat où l'on cultive le Douro blanc.

Il a une tige élancée de 1 m. 50 à 2 m. 10 de haut et porte sept à neuf feuilles. Sa tige contient une moelle sèche, ce qui, joint au petit nombre de feuilles, en fait une plante fourragère de peu de valeur.



Fig. 46. — White Durra.

Ses panicules ovoïdes ou oblongues sont grosses, droites ou penchées. Ses glumes d'un blanc verdâtre couvrent environ la moitié du grain blanc fortement aplati. Les grains mûrs se brisent facilement.

Le Douro blanc est hâtif, il mûrit en quatre-vingts à cent jours, ce qui permet de l'amener à maturité même aux environs de Paris où j'ai récolté du Douro blanc mûr en terrain sec le 10 septembre à Vanves (Seine) en 1921. Il avait été semé le 15 mai.

Il n'a pas un gros rendement même dans des conditions favorables. Ce n'est pas une variété à recommander dans des régions où l'on peut amener à maturité des variétés plus productives.

A propos du Soudan et de l'Afrique occidentale, dans le chapitre « Répartition géographique », j'ai cité divers Sorghos à grains, très cultivés dans nos colonies africaines. Ces variétés sont plus ou moins pures. Pour l'introduction à Madagascar, dans nos colonies du Pacifique ou en Afrique du Nord, il serait plus avantageux de partir de produits bien sélectionnés aux Etats-Unis, profi-

tant ainsi de l'avance de nos amis américains. C'est pourquoi



Fig. 47. — Sorgho Douro ou Dari = S. blanc de Changallar, à grains blancs et aplatis, cultivé en Afrique du Nord et en Asie Mineure, panicule mûre récoltée à Vanves (Seine).

je n'insiste pas pour le moment sur nos Sorghos africains comme types d'introduction, bien que les Kabyles d'Algérie cultivent un *Douro à gros grains* qu'il serait sans doute intéressant de sélectionner.

Les autres Sorghos à grains.

Les *Kaoliangs* sont cultivés en grand en Chine et en Mandchourie. Ils ont une moelle sèche et sont de peu de valeur comme fourrage. Le rendement moyen en grain est inférieur aux meilleures variétés de *Kafir*, de *Mil* et de *Fétérita*. Quelques variétés précoces pourraient peut-être rendre des services en France où le grain pourrait servir aux volailles et aux animaux de la ferme.

Les trois variétés les plus intéressantes sont : le *Barchet kaolian*, le *Manchu kaolian* et le *Valley kaolian*.

Le *Barchet kaolian* (fig. 50) ou *Barchet blackhull* (*Barchet à glumes noires*) a de 1 m. 30 à 1 m. 60 de haut et 1 centimètre à 3 centimètres de diamètre à la base. Il porte huit à neuf feuilles. Sa panicule plus ou moins ouverte ou semi-compacte, de forme ovale, a de 20 à 25 centimètres de long. Elle est lourde et pèse en moyenne 85 grammes. Les épillets ont de 4 millimètres à 4 mm. 5 de long. Les grains sont blanc sale avec des taches brun violacé ou violacé plus ou moins foncé, largement ovales ou sublenticulaires de 3 mm. 5 à 4 millimètres de long sur 3 millimètres à 3 mm. 6 de large, plus volumineux, en général, que ceux des autres formes à grains blancs. Les glumes sont noires et brillantes. Elles couvrent les deux tiers du grain.

Une variété naine, moyennement hâtive, à panicule ovale, pesant en moyenne 56 à 76 grammes, mûrit en cent à cent dix jours suivant la saison plus ou moins favorable.

Le *Manchu kaolian* (fig. 49) ou *Manchu Brown* (*Brun de Mandchourie*) a de 1 m. 40 à 2 mètres de haut, sa tige mince porte sept à neuf feuilles, généralement sans pousses secondaires ou avec une seule par plant. Sa panicule est ovale. Elle a de 20 à 27 centimètres de long. Ses épillets ovales et pointus ont de 4 mm. 5 à 6 millimètres de long. Ses glumes sont noires, brillantes et



Fig. 48. — Valley Kaoliang.



Fig. 49. — Manchu Kaoliang = Kaoliang
de Mandchourie.



Fig. 50. — Barchet Kaoliang.

couvrent environ le tiers du grain. Obovale ou ovale de 4 millimètres à 5 mm. 5 de long, sur 3 millimètres à 4 millimètres de large, le plus souvent brun foncé, sienne brûlée ou chocolat, dans



Fig. 51. — Shallu.

la partie exposée à la lumière, havane claire ou gris rouge dans les parties couvertes.

Une variété naine et de taille moyenne, d'origine mandchoue, très hâtive ou hâtive, qui mûrit en quatre-vingt-cinq à cent dix



Fig. 52. — Mil à chandelles
Var. M. en Massue, Millet
perle, *Pennisetum typhoides*, Rich.

jours suivant la saison et le pays de culture, serait sans doute intéressante à cultiver en France.

Le *Valley kaolian* (fig. 48) ou *Valley Brown* (*Brun de Valley*). Les plants, de 1 m. 80 à 2 m. 70 de haut, ont des tiges assez fortes, portant huit à onze feuilles de 7 à 9 centimètres de large et de 60 à 67 centimètres de long. Les panicules larges, largement ovales, lourdes, ont de 25 à 50 centimètres de long et sont larges d'environ moitié de la longueur. Les rameaux inférieurs ont de 10 à 20 centimètres de long, les rameaux supérieurs 10 à 12 centimètres. Les épillets obovales ont de 4 mm. 2 à 5 mm. 7 de long. Les glumes sont orangé rouge. Les grains obovales ou sublenticulaires ou subsphériques sont moins aplatis que ceux de beaucoup de variétés. Ils mesurent 3 mm. 5 à 5 millimètres de long sur 2 mm. 5 à 4 millimètres de large. Ils sont de couleur crème ou pour la plupart havane clair, chamois ou rouge gris brun clair. C'est une variété de taille moyenne. Elle est hâtive ou moyennement hâtive et mûrit de quatre-vingt-quinze à cent cinq jours. C'est aussi une variété à essayer en France.

Les *Shallus* forment un groupe à variétés tardives; communs aux Indes, à Madagascar, en Afrique orientale et occidentale, ils ont été

préconisés sous plusieurs noms. Dans des conditions favorables d'humidité avec une longue saison de culture, ces Sorghos donnent, en général, un bon rendement. Ils ne sont intéressants que pour la zone tropicale.

Ce sont de grandes plantes à panicules volumineuses dont l'axe incurvé à maturité laisse pendre d'un seul côté tous les rameaux chargés de grains blancs nacrés, paille très claire, recouverts de glumes pointues couleur paille. Dans certaines régions les Shallus atteignent 4 à 5 mètres de haut.

Des variétés américaines à grands rendements seraient à introduire à Madagascar.

On peut aussi cultiver le *Mil à chandelles*, var. *en Massue* ou *Millet perle*, *Pennisetum typhoïdeum*. Rich. (fig. 52) qui a mûri en fin septembre à Vanves (Seine). Le grain pourrait servir pour les volailles et, étant concassé, pour les animaux de la ferme. Les *Millets* (*Panicum miliaceum* et *Panicum italicum*), m'ont aussi donné de bons résultats à Vanves (Seine); le premier mûrit en trois mois.

Comment augmenter le rendement et la qualité du grain. — 1^o Cultiver les variétés adaptées ;

2^o Employer des semences de haute vitalité ;

3^o Bien préparer une bonne terre ;

4^o Semer le grain au moment le plus favorable ;

5^o Semer à une profondeur uniforme de sorte que tous les grains soient, au même niveau, en contact avec le sol humide ;

6^o Employer le semoir à disques qui donne un semis uniforme ;

7^o Bien soigner la culture pour empêcher la venue des mauvaises herbes, qui ne peuvent pousser sur le même terrain sans nuire au Sorgho ;

8^o Moissonner dès la maturité des grains ;

9^o Laisser la récolte sécher avant de la battre ;

10^o Régler la batteuse comme écartement et comme vitesse pour que les grains ne craquent pas ;

11^o Séparer au tarare les bons grains des glumes et des impuretés ;

12° Emmagasiner le grain propre dans des coffres bien aérés où en tas souvent remués.

Variétés à cultiver. — Aucune variété ne peut donner son maximum de rendement par toutes les variations climatiques.

Une bonne humidité, une longue saison chaude de culture conviendra au Blackhull Kafir qui mûrit tardivement et donne un plus grand rendement que toute autre variété.

Des conditions plus sèches et des saisons de culture plus courtes conviendront mieux aux variétés hâtives.

En général, les Mils et Fétérita ont besoin de moins d'humidité que les Kafirs. Ils réussissent mieux dans les régions qui reçoivent moins de 40 centimètres d'eau par an. Le Mil nain donne, en général, un plus grand rendement que les autres variétés.

En général, les Kafirs réussissent bien dans des terrains assez chauds qui reçoivent 70 centimètres de pluie annuelle en moyenne et qui vont dans le sud-ouest des Etats-Unis jusqu'à environ 850 mètres d'altitude.

Les *Kafirs hâtifs Aurore* et *Soleil levant* sont les meilleurs à cultiver.

Choix des semences. — On doit apporter le plus grand soin dans le choix des semences. Le grain de semence doit être bien propre et il doit germer vigoureusement. C'est essentiel pour l'amélioration des sélections et le gros rendement des récoltes.

Dans la récolte on doit choisir les meilleures panicules pour la semence de l'année suivante. Par une sélection soigneuse, systématique et continue d'année en année, on peut arriver à des améliorations considérables dans l'uniformité des plants et des panicules et aussi à une augmentation sensible du rendement et de la qualité du grain.

Panicules à choisir. — On doit choisir les panicules qui répondent le mieux au type qu'on veut obtenir, comme grosseur, forme, couleur des glumes, grosseur et couleur des grains. Il vaut mieux ne pas choisir les panicules exceptionnellement



1. Blackhull-Kafir : Kafir à glumes noires. — 2. Red Kafir : Kafir rouge. — 3. Pink Kafir : Kafir rose. — 4. Sunrise Kafir : Kafir soleil levant. — 5. Dawn Kafir : Kafir aurore. — 6. Fétérita. — 7. White Milo : Mil blanc. — 8. Dwarf Milo : Mil nain. — 9. White Durra : Douro blanc. — 10. Manchu Kaoliang : Kaolian de Mandchourie. — 11. Barchet Kaoliang : Kaolian de Barchet. — 12. Valley Kaoliang : Kaolian de Valley. — 13. Shallu. — 14. Sorgho sucré. — 15. Sorgho à balai.

(Réduction d'environ 1/18^e)

larges qui s'éloignent trop du type. Elles proviennent d'hybridations qui sont le résultat de croisements variés et ne reproduisent pas l'espèce vraie. A l'inverse du Blé qui est autofécondé avant la sortie de l'épi, les Sorghos sont fécondés par le vent ou les insectes, la fleur étant épanouie. D'où difficulté de conserver des variétés pures et nécessité d'isoler les cultures destinées à produire des grains de semence.

En général, on choisira des panicules :

1^o Semblables en forme et en grosseur ;

2^o Sur des plants de hauteur égale, basse autant que possible ;

3^o De maturité égale ;

4^o Dont l'abondance de grains est à peu près égale ;

5^o Pour les Mils et les Douros on sélectionnera seulement les panicules des plants à tiges droites, on laissera de côté toutes celles dont le haut des tiges a des tendances à se courber. Les tiges courtes, plus faciles à cultiver et à récolter, donnent habituellement un meilleur rendement de grains que des tiges élevées. De plus, elles sont beaucoup moins sensibles à la verse.

Epoque de la sélection des panicules. — Les panicules de semence doivent être choisies au moment où la moitié de la récolte est mûre. A ce moment il est facile de choisir les plus beaux spécimens se rapprochant le plus du type à obtenir ou à conserver. On choisit toujours les panicules les plus hâtives et les mieux conformées.

On peut aussi choisir les panicules avant la parfaite maturité. Dans ce cas on marque les sujets choisis avec un morceau de ficelle ou tout autre procédé.

Lorsqu'on récolte à maturité, cette précaution est inutile, on coupe les panicules en leur laissant 10 à 15 centimètres de tige et on les place dans un sac dont on a soin de se munir.

Soins à donner aux panicules de semence. — Les panicules doivent être placées dans un endroit sec et bien aéré et protégé des oiseaux et des rongeurs.

Les empiler, c'est s'exposer à les voir moisir, si elles ne sont pas

parfaitement sèches. Elles devront être suspendues, dès qu'elles seront cueillies.

On passe un fil de fer à travers les tiges et on les enfle ainsi par bottes de cinquante. On peut aussi remplacer le fil de fer par une ficelle en se servant d'une aiguille d'emballage ; on lie les deux extrémités du fil de fer ou de la ficelle et on suspend la botte au plafond d'un grenier ou d'un hangar. Il faut les isoler des murs et au besoin les protéger des oiseaux en les recouvrant avec des sacs d'emballage.

Préparation des grains pour semence. — Il faut battre très soigneusement les panicules et bien nettoyer le grain avec un tarare. Il faut ensuite essayer leur pouvoir germinatif. Les grains de toutes les variétés devraient être traités pour le charbon, produit par l'*Ustiligo Sorghi*, bien que les Américains considèrent comme réfractaires au charbon les Mils et Fétérita. Dumas, au Sénégal et Soudan (1906), recommande de les traiter tous.

Battage des « Porte-grains ». — On bat généralement au début du printemps, peu de temps avant de semer, au moment où les travaux de la ferme ne sont pas encore pressants. La quantité de semence nécessaire est généralement assez petite. Il est donc inutile de se servir de machines. Le mieux est de battre à la main en mettant cinquante panicules dans un sac sur lequel on tape avec un bâton. Pour une plus grande quantité, on étale la panicule sur une bâche et on bat au fléau. On sépare les panicules débarrassées des grains et on passe au tarare qui sépare les grains des glumes et des brisures.

Traitement du grain pour le charbon. — Cette maladie pouvant anéantir presque complètement une récolte, il est essentiel de traiter les grains pour en protéger les cultures à venir.

Les Américains préconisent l'immersion pendant une heure dans une solution de formaldéhyde commerciale à 3 grammes par litre ou à 300 grammes par hectolitre.

On plonge les sacs dans la solution, on les retire au bout d'une heure, on les égoutte et on étend les grains sur un plancher propre ou sur une toile. Les toiles dont on se servira après traitement seront préalablement traitées à la formaldéhyde ou passées à l'eau bouillante.

On peut aussi opérer par arrosage sur une toile.

Un procédé mieux à la portée de nos agriculteurs est celui au sulfate de cuivre, à raison de 1 à 3 kilogrammes pour 100 litres d'eau par immersion, ou de 1 kilogramme pour 5 à 10 litres d'eau par pralinage pour 3 ou 4 hectolitres de grains.

Le procédé par immersion m'a donné d'excellents résultats. Je n'ai pas eu de panicules malades en 1920.

Culture. — Le Sorgho à grains pousse dans tous les sols, depuis les terres légères et sablonneuses jusqu'aux terres fortes et marneuses. Un rendement maximum de 80 hectolitres à l'hectare (88 boisseaux à l'acre ou arpent) a été obtenu en terrain sablonneux à la station Big Springs, Texas. Des rendements analogues ont été obtenus à la station d'Amarillo, Texas, en terre lourde et glaiseuse.

A égalité des autres conditions, les sols riches produisent de plus gros rendements que les sols pauvres. Mais la plupart des terrains peuvent donner de bons rendements. L'humidité convenablement distribuée est souvent le facteur déterminant pour la production, plus que le sol lui-même.

Avec une bonne semence, une culture appropriée et une humidité suffisante pour la pousse normale de la plante, on peut obtenir de bons rendements aussi bien en sols légers qu'en sols lourds.

Préparation du terrain. — Les sols légers demandent moins de préparation que les sols lourds. Le terrain préparé pour les semences doit être uniforme. Les grosses mottes doivent être brisées et la surface du sol doit être travaillée pour qu'il ne reste ni trous, ni poches d'air. La surface ne doit pas être trop finement pulvérisée. Si la surface est trop fine, les terres s'agglu-

tinent et durcissent après les pluies, et les terres légères sont trop facilement balayées par le vent.

Labours. — Les labours d'automne donnent de meilleurs résultats que les labours du printemps. Ils retiennent la neige, favorisent la pénétration de l'eau d'hiver dans le sous-sol. De plus, ils détruisent les mauvaises herbes qui utilisent une partie de cette humidité. Les labours d'automne en terre tassée doivent être de 15 à 18 centimètres. Les labours de printemps gagnent quelquefois à être faits à faible profondeur. Dans ce cas les semailles sont faites immédiatement après les labours et on a bien soin de ne pas trop recouvrir les grains.

Hersage. — Un labour d'automne, un émiettement aux disques, de bonne heure, au printemps et un coup de herse à dents, juste avant d'ensemencer, donnent d'excellents résultats.

Pour le rayonnage, les semailles, etc..., voir le chapitre « Culture », qui est la même pour le Sorgho à fourrage.

Moisson. — Trois méthodes de moisson sont communément en usage : 1^o la section des panicules à la main ; 2^o la section des panicules à la machine ; 3^o le fauchage de la plante entière avec une moissonneuse. Avec la première et la deuxième méthodes les chaumes restent debout dans les champs où ils peuvent être employés comme pâturage ou retournés comme engrais organique. Dans la troisième méthode, les tiges et les panicules sont récoltées et la récolte peut être donnée comme nourriture, ou bien le grain peut être battu plus tard.

Malgré l'année pluvieuse peu favorable (1922), les variétés *White Milo* (*Mil blanc*), *Pink Kafir* (*Kafir rose*), *Dawn Kafir* (*Kafir aurore*) ont mûri en octobre 1922 à Vanves (Seine) et malgré une très grande sécheresse le *Douro blanc* ou *Dari* à grains blancs aplatis a donné une bonne récolte dans le Gard.

Séchage. — Au moment de la moisson, les panicules contiennent généralement trop d'humidité pour être battues ou mises

immédiatement en tas importants sans courir le danger d'échauffement. En bonne saison, on peut étaler les panicules en couche mince sur les chaumes coupés ras ou sur une terre propre et battue, ou mieux, comme on le fait en Afrique occidentale, sur une couche de tiges sèches qui sert de support et laisse passer l'air.

La dessiccation demande environ dix jours. On peut alors battre les panicules ou les mettre en meules pour être battues plus tard. On doit recouvrir ces meules de bâches imperméables qui les garantissent de la pluie.

Les Américains emploient, pour la conservation des panicules, des coffres bien aérés ou des magasins à claires-voies dans lesquels les panicules peuvent être mises dès qu'elles sont récoltées.

Ce procédé diminue la manipulation et évite les dégâts occasionnés par la pluie. Les « magasins à claires-voies » ne doivent pas avoir plus de 1 m. 80 à 2 mètres de large sur 2 m. 40 à 3 mètres de haut, et doivent être aussi longs qu'il est nécessaire pour contenir la récolte.

Une manière facile de construire un magasin à claire-voie consiste à enfoncer en terre une double rangée de poteaux à 1 m. 80 de distance les uns des autres, les deux rangées étant écartées l'une de l'autre de 1 m. 80. Les poteaux d'une même rangée sont reliés dans le haut par une planche ou un madrier cloué à la partie supérieure des poteaux. Ces planches consolident les piliers en même temps qu'elles soutiennent la toiture. On cloue au moins deux lignes de planches en plaçant celle du bas à environ 30 centimètres du sol. On place entre les planches un treillage métallique à larges mailles. On pourrait très bien remplacer les poteaux et les planches par des bambous et le treillage métallique par un lattis de bambou assez lâche, ou en utilisant les tiges de Sorgho en guise de bambous comme le font les Mandchous et les Chinois.

Le mieux est aussi d'isoler du sol la couche du bas, en la plaçant sur des fagots ou sur du treillage cloué lui-même sur des portrelles. On maintient aussi une bonne ventilation. La toiture largement débordante peut être faite en n'importe quelle matière propre à cet usage y compris la tige de Sorgho lorsqu'on n'a rien de meilleur.

Lorsque la récolte est faite à la moissonneuse-lieuse les gerbes sont mises en javelles par douze ou par dix-huit et placées debout toutes appuyées sur une gerbe centrale. Les panicules sèchent bien et l'eau des averses coule ainsi sans grand dommage.

Battage. — Les Sorghos à grains sont battus avec la même machine que les autres grains. Il faut enlever la moitié des dents des concaves et réduire la vitesse au tiers de celle nécessaire pour battre le Blé. Sans cette précaution beaucoup de grains sont brisés. Ils sont, en effet, plus gros et plus mous que ceux du Blé et ne peuvent supporter le même battage. Si la moisson est faite en gerbe on peut la battre :

1^o En enlevant les panicules avec une hache, un couperet ou un grand couteau, sur un billot ;

2^o En maintenant les gerbes contre le cylindre jusqu'à ce que les panicules soient battues ;

3^o En mettant les gerbes entières dans la machine.

Ce dernier procédé n'est possible qu'avec des tiges courtes et minces.

Conservation des grains. — On peut conserver les grains dans des coffres ou en sacs. Ils doivent être d'abord bien nettoyés des débris de paille et des brisures qui rempliraient les espaces entre les grains et, empêchant l'air de circuler, feraient s'échauffer la masse, surtout si elle était un peu humide. Il faut continuellement surveiller le grain en magasin et remuer celui qui menace de s'échauffer. Dans les magasins d'une certaine importance les grains sont continuellement remués mécaniquement.

On peut aussi mettre le grain en sacs dans lesquels l'air circule. Le coffre à ventilateur préconisé par M. George Bishop dans l'*Oklahoma Farm. Journal*, 1915, est très recommandable. C'est une grande caisse munie dans le fond de deux couloirs d'aération formés de planches d'environ 25 millimètres d'épaisseur sur 10 centimètres de large et aussi longues que le coffre. Ces planches sont placées parallèlement et consolidées par des traverses à un écartement de 10 centimètres ; le tout est recouvert de treillage

galvanisé à maille assez fine pour ne pas laisser passer le grain. Ces deux extrémités du couloir aboutissent à deux trous de même forme, à la base des parois du coffre.

On place ces ventilateurs à environ 1 mètre de distance.

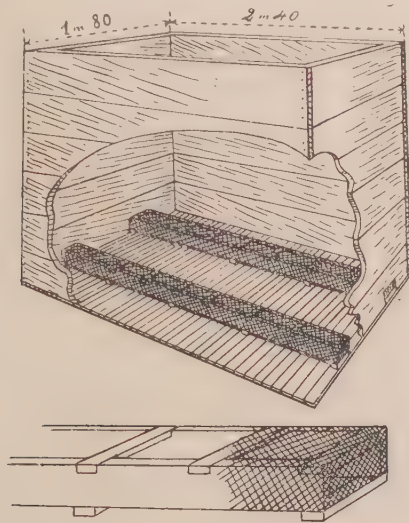


Fig. 53. — Coffre à grain et son ventilateur, d'après George Bishop.

L'air circule ainsi librement et continuellement dans la masse du grain et l'empêche de s'échauffer.

Dans les coffres profonds il est avantageux de placer sur les ventilateurs horizontaux des couloirs verticaux qui permettent une meilleure aération de la masse.

RÉSUMÉ.

Lorsqu'on veut exploiter le Sorgho pour ses grains, on le cultive généralement en lignes écartées. En Algérie, on sème le « Douro » à la volée ou au semoir (voir « Fourrage »).

En coupant les tiges un peu avant la maturité complète des grains, c'est-à-dire avant que le chaume soit sec, on peut avoir une récolte de fourrage avec les tiges et une récolte de grain en coupant les panicules à leur base et en les faisant sécher. Cette façon de faire est assez avantageuse, mais il faut avoir bien soin

de faire sécher les panicules. Ces grains moisissent très facilement. Les tiges encore vertes peuvent être conservées comme fourrage dans les mêmes conditions que précédemment.

On moissonne le Sorgho mûr avec une faucheuse à Blé, une faucheuse à rangées, ou à la main avec une faucille serpe.

Lorsqu'on a de grandes surfaces à moissonner, l'économie à faire par l'emploi de la meilleure machine est importante, et l'emploi de cette machine s'impose.

Lorsque la récolte entière doit servir de nourriture au bétail, il est inutile de couper les panicules. On laisse alors sécher les gerbes en javelles et on les met en meules sans les battre. De cette manière les animaux consomment toute la plante, la tige et les feuilles comme fourrage et le grain en remplacement du Mais, de l'Orge ou de l'Avoine, sans manipulation aucune de battage, vannage et triage.

Dans les régions sèches, cette mise en meule suffit ; à la condition d'employer les mêmes principes de montage que pour le foin seul ; meules toutes en longueur, rangées dans le sens des vents dominants, l'attaque de la meule se faisant toujours du côté opposé aux vents dominants.

Lorsqu'on veut expédier au loin le fourrage avec ses panicules et leur grain, on peut les mettre en balles à l'aide d'une machine à faire les balles de Houblon, c'est la plus commode. Les machines habituelles à presser le foin sont trop petites pour presser les gerbes.

En Amérique, on laisse quelquefois le chaume sur place et on ne récolte que les panicules à l'aide d'une charrette à quatre roues munie d'un coupeur spécial attaché à la caisse de la voiture. Lorsque la récolte est ainsi moissonnée il ne faut pas mettre les panicules en tas avant qu'elles soient complètement sèches. Elles fermentent rapidement si elles sont un peu humides. Le mieux est de les étaler en couches minces pour les faire sécher.

Si le Sorgho est semé en sillons serrés ou à la volée on peut le couper au moyen d'une moissonneuse habituelle dont l'élévateur a l'extrémité ouverte.

On peut séparer les panicules au moyen d'une machine spéciale analogue au couperet des boulangers, ou simplement en en plaçant les gerbes sur une bûche ou sur un billot et en les coupant à l'aide d'une hache ou d'une serpe.

Les grains doivent être parfaitement secs lorsqu'on les bat, sinon, on devra les étendre en couches minces sur un plancher bien propre et bien aéré pour les sécher.

Les grains absorbent facilement l'humidité, il faut les retourner de temps en temps avec une pelle.

Lorsqu'on traite le Sorgho pour sucre ou pour alcool, les panicules sont séparées par la coupeuse de cossettes et basculent dans une glissière spéciale dès que le reste de la tige est divisé (fig. 32). Il ne reste plus qu'à les faire sécher et à les battre. Il est avantageux de récolter en même temps le sucre et le grain ou l'alcool et le grain, cette dernière récolte ayant son importance pour la nourriture des volailles, des bestiaux et des pores.

Il est indispensable d'éliminer les panicules charbonneuses et de les brûler pour éviter de contaminer le reste de la récolte et de compromettre peut-être la récolte suivante.

Au Soudan, où les Sorghos atteignent 4 à 5 mètres de haut, un ouvrier penche les tiges et, avec le pied, les brise à la base en les couchant sur le sol en lignes parallèles de trois ou quatre rangs, de façon à laisser des passages pour ceux qui sont chargés de couper les panicules, qu'ils déposent en petits tas sur les tiges étendues. Un coucheur de tiges suffit pour alimenter le travail de deux coupeurs.

Lorsque la ferme est proche on rentre les panicules dont on achève la dessiccation en les exposant sur les plates-formes en branchages montées sur des traverses à une certaine hauteur du sol. La récolte reste là jusqu'au battage.

On est parfois obligé de laisser la récolte en plein champ, on nettoie alors un espace sur lequel on range des tiges étendues, c'est sur ce lit de tiges qu'on place les panicules.

Le **battage** se fait à la batteuse ordinaire, on peut passer toute la plante lorsqu'on veut en tirer du fourrage sec en même temps que du grain. Dans ce cas on modifie l'écartement des organes de la machine pour permettre l'introduction de la plante. On peut aussi insérer seulement les panicules et retirer les tiges, mais c'est un travail pénible. Le mieux est de séparer les panicules des tiges et de faire passer les panicules seules dans la machine.

On bat aussi le Sorgho au fléau, ou comme au Soudan à l'aide de longs bâtons coudés.

En Algérie, la récolte est piétinée sur aire par des bœufs comme on battait les céréales aux époques reculées de l'ancienne Egypte.

Le vannage se fait au tarare, au van, dans un courant d'air ou comme au Soudan en laissant tomber les grains d'une plate-forme montée à 4 mètres au-dessus du sol et placée dans un courant

d'air. Les grains et les balles se séparent ainsi facilement par densité ; il en est de même des grains malades.

Le grain représente environ la moitié du poids des panicules.

Le *Douro* donne environ pour 100 kilogrammes de grains bruts et panicules, 58 à 60 kilogrammes de grains nus.

Le *Sorgho sucré Ambré hâtif de Minnesota* m'a donné : glumes et débris, 28 p. 100 ; grains nus, 72 p. 100, mais ces chiffres sont variables.

CHAPITRE XI

LE GRAIN DE SORGHO EMPLOYÉ POUR LA NOURRITURE DES ANIMAUX

Les grains de Sorgho sont riches en amidon et en graisse, mais leur matière protéique n'est pas toujours suffisante pour qu'ils soient un aliment complet. Il en est de même quelquefois pour certains principes des cendres comme le calcium et le phosphore. Il faut compléter la ration alimentaire de Sorgho, surtout pour les animaux en croissance et les vaches laitières, par une adjonction d'un aliment surazoté comme les tourteaux d'Arachides ou de Coton et la poudre d'os, complément minéral phosphaté. Nous verrons plus loin la composition chimique de la farine et les caractères qui permettent de la reconnaître. Pour l'alimentation du bétail il est préférable de moudre les grains ou de les écraser au concasseur. On y ajoute alors par 200 kilogrammes de grains de Sorgho 10 kilogrammes de poudre d'os et environ 25 kilogrammes de tourteaux d'Arachides ou de Coton moulus plus ou moins grossièrement.

J.-J. Edjirton, à la Station d'expériences agricoles du Texas, a obtenu un rendement optimum en employant un mélange de grains de Kafir et de Mil avec du fourrage de Sorgho et seulement 8,5 p. 100 de tourteau de Coton. Il est bon de compléter par du fourrage de Luzerne la ration alimentaire de Sorgho dont certaines variétés, comme le Kafir, ont des propriétés constipantes.

Comme ration de soutien on peut donner une petite quantité de grains avec de la paille ou du fourrage de Sorgho.

On peut nourrir les vaches laitières avec du fourrage de Sorgho auquel on adjoint des grains concassés d'une variété de Sorgho, qui augmentent la production du lait. Le Kafir est meilleur que le Mil pour la nourriture du veau. Ses propriétés constipantes sont compensées par les propriétés laxatives du lait écrémé.

Les noirs du Soudan donnent des barbotages de farine de Mil aux vaches qui viennent de mettre bas.

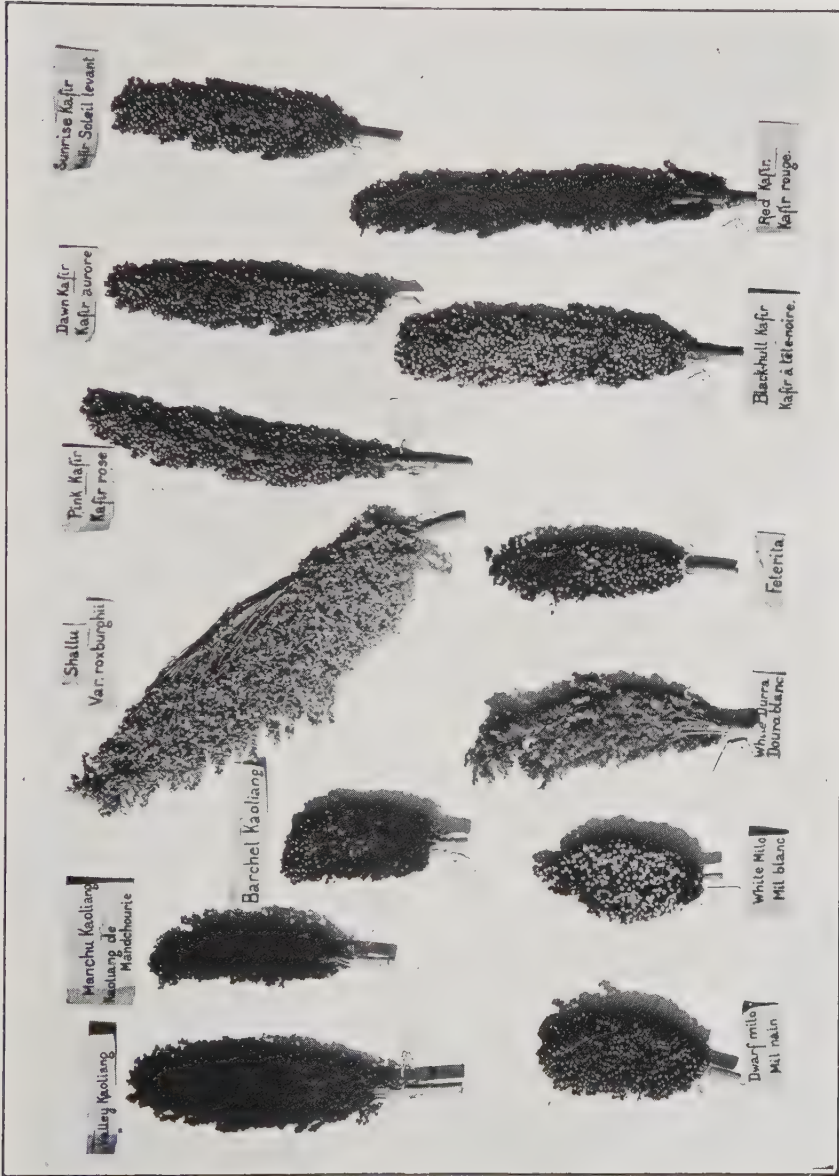
Nourriture pour les porcs. - Aux stations agricoles du Kansas et de l'Oklahoma, les expériences ont montré que pour engraisser les porcs le Sorgho était presque l'égal du Blé. Il est nécessaire d'ajouter à la ration des aliments riches en protéine et du foin ou du fourrage de Sorgho. On a également remarqué que la farine ou le grain de Sorgho concassé donnaient un meilleur rendement mouillé que sec. Le mieux est de mouiller la farine ou le concassage avec du lait écrémé.

MM. André Gouin et P. Andouard, dans une note présentée à l'Académie d'agriculture par M. Dybowski, le 15 janvier 1919, disent aussi que pour engraisser les porcs, il est nécessaire d'ajouter à la ration de Sorgho une certaine portion de tourteau d'Arachides riche en protéine et en poudre d'os pour aider à la formation du squelette; ils assurent qu'on devrait tirer 75 kilogrammes nets de viande d'un goret de 25 kilogrammes moyennant 25 kilogrammes d'Arachides, 10 kilogrammes de poudre d'os et environ 200 kilogrammes de grains de Sorgho.

M. André Gouin, *Comptes rendus Académie d'agriculture*, juillet 1921, a expérimenté le Sorgho dans l'alimentation du porc.

Cette semence se place, comme valeur alimentaire, au même rang que le Blé, l'Orge, le Seigle et le Manioc.

100 kilogrammes de Sorgho valent 125 kilogrammes d'Avoine et 140 kilogrammes de Sarrasin. La richesse nutritive du Sorgho atteint celle du tourteau d'Arachide. Les animaux sont friands de Sorgho. Avec le lait écrémé et 200 kilogrammes de Sorgho, on peut tirer des porcelets 75 kilogrammes de viande grasse en quatre mois. Cette viande peut être obtenue à bas prix puisque le Sorgho se vend 35 francs le quintal. Il faut compléter la valeur ali-



Panicules des différents sorghos à grain, pour montrer leur grandeur comparative au 1/7 environ.
ire Blackhull Kafir : Kafir à glumes noires et Roxburghii.

mentaire du Sorgho par un apport d'azote avec le tourteau d'Arachides et un apport de phosphate de calcium avec la poudre d'os. Un excellent aliment serait ainsi composé :

Sorgho.....	200 kilos.
Poudre d'os.....	10 —
Tourteau d'arachide.....	70 —

Deux cents petits éleveurs de la région nantaise ont fait l'heureux essai de ce grain très recommandable.

Nourriture pour les moutons. — Pour la nourriture du mouton le mieux serait d'employer le fourrage avec les panicules, les animaux profitent ainsi de toute la plante et on n'a pas de manipulation de tranchage et de battage.

On peut aussi donner à ces animaux le grain avec ses glumes ou même les panicules entières. On peut enfin leur donner la farine de Sorgho ou les grains concassés.

Nourriture pour les chevaux. — M. Tricard, vétérinaire militaire, mentionne qu'en Afrique occidentale française le Sorgho est l'aliment exclusif du cheval et du mulet sans addition d'autre aliment azoté et que les chevaux et les mulets venus de France aussi bien que ceux du pays se maintiennent en parfait état avec ce régime alimentaire.

M. Dumas dit qu'en Afrique occidentale française on donne aux équidés de 3 à 5 kilogrammes de Sorgho par jour en compagnie de paille d'Arachide et de paille de Graminées. Il ajoute que le service des subsistances a depuis longtemps renoncé à importer l'Orge et l'Avoine pour la cavalerie du corps d'occupation.

M. Dechambre, *C. R. Ac. d'Agric.*, 15 janvier 1919, dit que, dans l'alimentation des équidés, le Sorgho peut être substitué à l'Avoine dans le rapport de 900 grammes de Sorgho pour 1.000 grammes d'Avoine. Les chevaux peuvent en consommer 2 à 3 kilogrammes par jour en association avec d'autres aliments concentrés.

Le mieux est encore, là, de concasser les grains. Au lieu de

battre les panicules, on peut simplement les couper en menus fragments et concasser le tout. On évite ainsi une perte de matière digestive. La matière cellulosique de la panicule facilite la digestion en augmentant le volume du produit ingéré. Il est cependant à craindre que les glumes coriaces ne donnent de l'entérite à certains chevaux délicats.

Nourriture pour la volaille. — Les grains de Sorgho des diverses variétés ont une grande valeur pour l'alimentation des volailles. Il est absolument inutile de battre le grain, le mieux est de leur donner directement les panicules.

On réserve le grain de Sorgho ou la pâtée de Sorgho pour les volailles à l'engrais.

On a signalé que les grains de Sorgho à glumes foncées colorent les os des volailles. Je n'ai pas pu vérifier cette observation.

On considère généralement que pour les volailles à l'engrais le Sorgho a presque la valeur du Blé.

Les moineaux font quelquefois des dégâts considérables dans les plantations de Sorghos. A ce propos j'ai constaté le fait suivant : de 1917 à 1919 les moineaux de Vanves ne touchèrent pas à mes récoltes ; en 1919, pendant l'automne et l'hiver, j'avais abandonné sur pied quelques tiges de Sorghos sucrés avec leurs panicules. Les moineaux, faméliques à cette époque de l'année, ont reconnu que les grains de Sorgho étaient comestibles et depuis cette époque, dès que les grains arrivent à maturité, ils sont dévorés par ces voisins indiscrets de mes cultures. Comme quoi, en agriculture, une petite négligence peut être cause de la ruine des efforts de toute une année.

CHAPITRE XII

LE GRAIN DE SORGHO EMPLOYÉ POUR LA NOURRITURE DE L'HOMME

On peut dire qu'en Afrique et dans une grande partie de l'Asie le Sorgho est la base de l'alimentation humaine. Il est aussi important pour ces régions que le Blé en Europe et le Riz en Extrême-Orient. Sans le Sorgho, les steppes soudanaises et beaucoup d'autres pays semi-désertiques d'Afrique et d'Asie seraient inhabitables. On cultive beaucoup le Sorgho dans les plaines arides des Etats-Unis. Tout le monde a mangé du pain mélangé de Sorgho pendant la guerre et ceux qui sont allés en Afrique du Nord ont mangé du kous-kous au mouton et au Douro. D'après Dumas, en Afrique occidentale française, pour consommer le Sorgho, on le passe d'abord au mortier, on le cuit légèrement à la vapeur d'eau et on le mange avec une sauce grasse faite avec du « beurre de Karité » ou du beurre de vache, des grains d'Arachides écrasés et des feuilles de Baobab, le tout additionné quelquefois de viande ou de poisson. En France, la farine de Sorgho n'est qu'accidentellement utilisée dans l'alimentation, en boulangerie et en pâtisserie.

Le **Douro** de l'Afrique du Nord donne une farine un peu bise mais de bonne qualité.

Le **Kafir blanc** donne une très bonne qualité de farine pour être employée en mélange avec la farine de Froment.

Le pain fait à la farine de Sorgho seule lève mal, reste lourd et plat. C'est pourquoi il est préférable de l'employer seulement en mélange avec la farine de Froment.

Jusqu'à présent, ni en Europe, ni en Amérique, la mouture des diverses variétés de Sorgho n'a guère retenu l'attention. C'est à tort, d'ailleurs, car les ressources de l'Afrique occidentale française en Sorgho seront considérables quand on le voudra et quand on aura doté cet immense pays de moyens de culture un peu plus modernes que le *daba* indigène. Sans vouloir aller immédiatement jusqu'au tracteur, aux charrues polysocs, au cultivateur moderne et à la herse à disques, la charrue à cheval ou simplement à âne, la herse et le rouleau de nos aïeux rendraient déjà bien des services. Il faudrait éduquer l'indigène et que des Sociétés puissantes prennent cela en main.

Le *Sorgho*, le *Coton*, l'*Arachide*, voilà trois plantes qui poussent dans les mêmes régions, qui peuvent se suivre et dont on peut régler l'assolement. L'*Arachide* nous donne l'*huile* et le *tourteau*. Le *Sorgho* son *grain*, son *fouillage* et sa *pâte à papier* ; certaines variétés donnent de plus une *matière colorante*, avec leurs glumes foncées qui sont un déchet perdu. Le *Coton* donne des *fibres*, de l'*huile*, le *tourteau* et de la *pâte à papier*.

La *valeur alimentaire du Sorgho*, presque égale à celle du *Blé* et *supérieure de 10 p. 100* à celle de l'*Avoïne*, est très intéressante. On peut dire qu'en mélangeant 15 à 25 p. 100 de farine de Sorgho blanc à la farine de Blé on ferait un pain très acceptable qui nous permettrait d'acheter moins de Blé à l'étranger et de maintenir notre change à un cours plus avantageux pour nous.

La farine des meilleures variétés du Sorgho blanc pourrait servir dans la fabrication des pâtes alimentaires.

Enfin les grains de Sorgho ont leur emploi dans la fabrication de la bière européenne. Les indigènes du Soudan font une bière avec le Sorgho, qu'ils appellent « *dolo* ». La *tialva des Cafres*, la *merisa des Brésiliens*, sont aussi des bières faites avec le grain du Sorgho. Cette importante question est traitée plus loin.

L'importation, en France, du Sorgho de l'Afrique occidentale ne sera possible que le jour où non seulement les indigènes seront

en possession d'instruments agricoles, mais encore où chaque petit centre sera pourvu d'un *moulin* destiné à remplacer la main-d'œuvre féminine dans le concassage au mortier.

Les femmes noires passent un temps énorme à piler le « Mil », temps qui pourrait être employé beaucoup plus avantageusement.

L'indigène apporterait par exemple trois sacs de Mil au moulin, on lui rendrait un sac de farine.

On pourrait utiliser les glumes en teinturerie locale et exporter ce qui resterait des trois sacs primitifs. L'indigène n'aurait rien à déboursier, il devrait seulement produire davantage, ce qui serait facile. Les femmes, libérées du concassage du Mil, pourraient consacrer plus de temps à la culture et les indigènes seraient ainsi amenés tout naturellement à ensemercer de plus grands espaces, sans avoir besoin d'augmenter leur travail.

Les progrès de l'industrie moderne ont bien modifié la meunerie. Il existe des petits moulins d'un poids et d'un encombrement insignifiants qui auraient leur place toute trouvée en Afrique occidentale française.

Il existe, d'autre part, des moteurs à gaz pauvre pourvus de générateurs spéciaux marchant au bois, aux balles, aux pailles de céréales et aux déchets végétaux divers. Ces générateurs rendraient également de grands services en Afrique occidentale française, où le combustible ordinaire est rare.

Des éoliennes perfectionnées auraient aussi leur place dans ces régions.

A ce propos, je me rappelle une amusante histoire qui m'a été racontée par M. P. Huchery, administrateur colonial dans la région de Tombouctou, au pays des Sonroïs : Un officier d'infanterie coloniale avait fabriqué un moulin à vent actionnant une série de pilons pour décortiquer le Riz, broyer le Mil, moudre le Blé, etc... Le moulin fabriqué donna d'excellents résultats. L'officier convoqua les notables et les hommes les plus intelligents du village. Tous furent unanimes à reconnaître que « la chose faite par le blanc était bonne, qu'Allah lui avait donné l'intelligence pour faire cela ».

Un taleb qui n'avait rien dit, et auquel on demanda son avis, répondit :

— Oui, par Allah, c'est très bien !

Mais si le vent travaille et fait la besogne de nos femmes, que feront nos femmes pendant ce temps-là ?

Le taleb disait vrai, puisque, dans beaucoup de cas, presque toute la besogne des femmes consiste à préparer la nourriture de la famille, en chantant, assises, et toujours réunies en groupes bruyants et bavards.

Il y aurait quelques modifications à apporter au travail des femmes. Au Soudan ce sont elles qui cultivent les Mils. Il leur serait facile, ayant plus de temps, grâce aux machines, d'en cultiver sur de plus grands espaces.

Là, comme ailleurs, la civilisation et son machinisme s'imposeront, le plus souvent, pour le plus grand bien-être de chacun.

CHAPITRE XIII

LE GRAIN ET LA FARINE DE SORGHO

Historique. — Il semble bien, d'après les textes, que les Hébreux aient connu l'emploi du grain de Sorgho dans l'alimentation humaine.

D'après les bas-reliefs du palais de Sennacherib, de l'ancienne Ninive, rapportés au musée britannique par Layard, il semble également que le Sorgho et le Mil à chandelles aient été cultivés en Mésopotamie au début du ^{vii}^e siècle avant notre ère (voir chapitre « Histoire du Sorgho », pl. 1, 2 et 3). Il semble que les Grecs, les Perses, les Syriens et les Romains en aient aussi connu l'usage. Le mot latin « panicum » appliqué au Sorgho, qui fait allusion au fait que la farine des grains des Mils et Millets était mélangée à celle du Froment pour faire du pain, est assez expressif pour ne guère laisser de doute à ce sujet.

L'usage du Sorgho aux Indes et en Chine est très ancien.

Quant à l'Afrique, on se demande bien comment auraient pu vivre, sans ces plantes, des populations si clairsemées soient-elles, dans des climats comme les steppes du Soudan ou celles de l'Afrique du Sud. L'usage de ces grains dans l'alimentation humaine est très développé en Afrique où il constitue la base de l'alimentation, dans toutes les régions soudanaises, en Afrique occidentale et en Afrique du Sud.

Le Sorgho est également cultivé en Egypte et dans l'Afrique du Nord.

On le trouve aussi en Asie Mineure, en Mésopotamie, en Perse,

aux Indes et en Chine où la région du Nord et la Mandchourie sont alimentées par le Sorgho dont les tiges séchées servent encore de combustible et remplacent le bambou en vannerie et applications diverses. (pl. 5).

Aux Etats-Unis, les Américains ont considérablement développé la culture des Sorghos comme céréales et leurs variétés d'introduction récente, sélectionnées, ont vraiment des qualités dont nous devrions profiter.

On le cultive aussi aux Antilles et à Madagascar comme céréale.

Nos possessions océaniques gagneraient à introduire les variétés sélectionnées américaines, en particulier, les îles Marquises qui souffrent parfois de longues périodes de sécheresse.

Sauf le grain du Faraoro ou Mil des teinturiers qui donne des coliques aux animaux (Dumas, 1906), tous les grains de Sorgho sont comestibles. Les uns : Mils, Douros, Kaolians, Shalius, Ampemby et Kafirs, dont les glumes n'enserrent pas les graines, sont livrés nus au commerce. Les autres : Sorghos sucrés et Sorghos à balai, dont les glumes recouvrent presque complètement les grains, sont livrés avec leurs glumes.

Grain.

Comme nous l'avons vu dans la description de l'inflorescence : à la maturité, l'*ovaire* devenu *péricarpe* est directement appliqué sur l'*ovule* devenu *graine* ; l'ensemble est un *fruit* appelé *caryopse* ou *grain*. L'ovaire conserve à son sommet la trace des styles sous la forme d'une pointe plus ou moins régulière penchée et souvent injectée de matière colorante d'une intensité variable. Même dans les variétés qui sont enfermées dans leurs glumes, cette pointe est visible par l'entrebaillement de celles-ci.

Le grain mûr, nu, débarrassé de ses glumes, glumelles et glumelles, affecte des couleurs, des formes, des volumes divers (pl. 13).

Les uns sont blancs, un peu aplatis, déprimés au centre et assez gros : les Douros, Dourah ou Dari.

D'autres sont dorés et ovoïdes ; les Mils.

D'autres sont ovoïdes et blanchâtres, légèrement gris bleuté : les Fétérita.

D'autres sont blanc paille, un peu allongés : les Shallus et les Ampemby.

D'autres sont rouges, roses ou blancs : les Kafirs.

D'autres, brun plus ou moins clair ou blanchâtres avec des

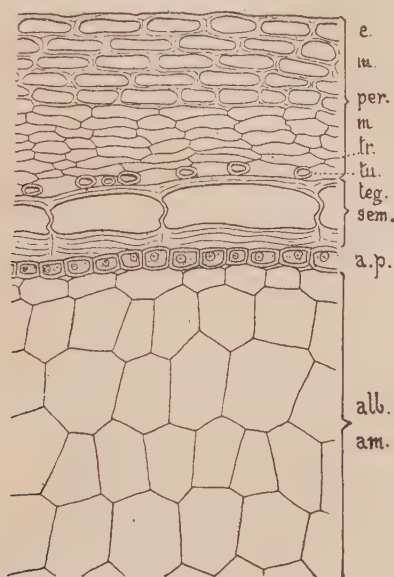


Fig. 54. — Coupe du grain de sorgho.

per = péricarpe ; e = épicarpe ; m = mésocarpe ; tr = cellules transversales ; tu = cellules tubulaires ; teg. sem. = tégument séminal ; a. p. = assise protéique ; alb. am. = albumen amylicé.

taches brunes ou violacées : les Kaolians et les Sorghos à balai.

D'autres, rouge brun, plus ou moins clair, recouverts de glumes noires ou rouges : les Sorghos sucrés.

L'embryon forme toujours une légère saillie vers la base des grains. Leur volume comparatif est apprécié par le poids des cent grains dans le tableau ci-après.

VARIÉTÉS DE SORGHO	Poids de 100 gros grains	Poids de 100 petits grains	Poids de 100 grains moyens
	gr.	gr.	gr.
Dari ou Douro	2,472	1,733	
S. sucré hâtif de Minnesota avec glumes.....			1,933
— nu			2,824
			1,852
			2,316
S. à balai avec glumes.....			2,061
— nu			2,294
			1,865
			1,828
Sunrise kafir.....	2,607	2,336	
Blackhull kafir.....	2,999	2,582	
Red kafir	2,944	2,142	
Pink kafir	2,115	1,506	
Valley Kaoliang	2,750	2,166	
Manchu Kaoliang	2,567	1,487	
Barchet Kaoliang	3,787	2,596	
Shallu	3,196	2,337	
Fétérita.....	4,425	3,196	
Dwarf Milo	4,492	3,010	
White Milo	4,982	3,392	
Niamco (Sénégal)	5,510	3,831	
White Dura	3,758	1,944	
Alep avec glumes			0,424
			0,460
Mil à chandelles.....	1,518	0,804	
Millet à grappes. (<i>Panicum italicum</i>) .			0,280
Millet blanc rond. (<i>Panicum milia-</i> <i>ceum</i>).			0,502

Le péricarpe est, comme nous l'avons vu : blanc, jaune paille, doré, brun, rose, rouge, gris bleuté, etc... Si on enlève avec précaution ce péricarpe, on voit que la graine proprement dite est souvent aussi très fortement colorée de la même nuance que le péricarpe.

Sous cette couche mince, on trouve un albumen corné (couche à aleurone) à la périphérie, amylacé, blanc et farineux vers le centre. Cette partie blanche et farineuse est formée de grandes cellules polyédriques qui contiennent de petits grains d'amidon polyédrique, très serrés les uns contre les autres à la périphérie, moins serrés et sensiblement sphériques vers le centre. Ils sont tous marqués d'un hile en croix ou étoilé. Nous en examinerons les caractères microscopiques à propos de l'analyse de la farine.

Composition chimique des grains.

VARIÉTÉS	NU			AVEC SES GLUMES	Mil à chandelles
	Douro ou Dari	Sorgho à balai	Sorgho sucré	Sorgho d'Alep	
Humidité	13,37	12,40	11,45	12,25	13,15
Cendres	1,60	2,28	1,15	1,05	2,25
Matières amylacées	68,78	64,44	66,34	57,05	62,26
— grasses	3,52	3,54	3,08	4,28	4,50
— azotées	10,06	9,40	12,47	9,62	13,56
— cellulosiques ..	2,44	7,75	5,40	15,38	4,12
Non dosé	0,23	0,19	0,11	0,37	0,16
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyses comparées de grains cultivés à Vanves (Seine).

	Sorgho d'Alep avec ses glumes	Sorgho sucré nu	Sorgho sucré batif de Minnesota nu	Sorgho à balai nu	Sorgho Douro	Pennisetum typhodeum Mil à chande les	Panicum italicum Millet à grappes	Panicum miliaceum Millet blanc rond
Humidité....	13,35	13,85	14,10	14,55	14,55	13,65	14,50	14,05
Cendres	1,15	1,30	1,25	0,95	0,90	1,90	2,60	1,85
Matières amy- lacées ...	57,31	64,62	65,33	67,67	69,83	66,65	58,62	62,72
— grasses ...	4,12	4,95	4,30	3,90	4,05	6,15	4,70	7,05
— azotées ...	9,20	11,81	10,93	8,96	6,40	7,26	6,62	6,12
— cellulo- siques ..	14,45	3,20	3,70	3,65	3,90	4,00	12,50	7,90
Non dosé	0,42	0,27	0,39	0,32	0,37	0,39	0,46	0,31
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

J'ai mis dans ces tableaux les grains des variétés que j'ai cultivées jusqu'ici, je les ai comparés avec le Mil à chandelles et les deux Millets que j'ai également cultivés.

J'y ai fait figurer le Sorgho d'Alep qui peut, dans certains cas, servir d'aliment aux volailles. Cette plante est très abondante dans certains parages de la région méditerranéenne.

La grande quantité de cellulose qu'il contient vient de ce que ses petits grains sont enfermés dans leurs glumes.

Analyse des grains de Sorghos Kafirs de provenance américaine.

	BLACKHULL KAFIR	RED KAFIR	SUNRISE KAFIR	PINK KAFIR
Humidité.....	12,60	14,10	13,75	12,85
Cendres	1,30	1,45	1,60	1,52
Matières grasses	3,40	3,85	3,55	3,70
— amyloacées	67,41	65,12	67,80	66,17
— azotées	12,87	11,51	11,71	11,37
— cellulosiques ..	2,03	3,80	1,39	4,07
Non dosé	0,39	0,17	0,20	0,32
	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse de grains de différentes variétés de Sorgho.

	Humidité	Cendres	Matières amylacées	Matières grasses	Matières protéiques	Matières cellulosiques	Non dosé
Douro blanc White							
Durra	14,42	1,05	65,02	4,60	12,18	2,65	0,08
Fétérita	15,25	0,95	63,8	3,84	12,46	3,6	0,10
Mil nain Dwarf Milo..	14,90	1,20	64,53	3,30	12,09	3,85	0,13
Mil blanc White Milo.	14,85	1,10	82,88	3,65	12,47	4,95	0,10
Shallu	14,30	1,28	63,50	4,43	12,20	4,83	0,06
Kaoliang de Mandchourie, Manchou							
Kaoliang	14,40	1,25	64,01	6,90	10,46	2,8	0,18
Valley Kaoliang	14,36	1,45	64,74	4,38	11,68	3,06	0,33
Barchet Kaoliang ...	14,40	1,20	64,85	4,38	11,76	4,31	0,27

Analyse de grains du Sénégal et de l'Inde.

	Mil, Sorgho du Sénégal dit « Nianco »	Mil à chandelles A. O. F. dit « Souma »	Sorgho de l'Inde du Groupe Shallu
Humidité	14,58	14,35	14,32
Cendres	1,70	1,80	1,50
Matières amylacées	69,01	68,40	69,42
— grasses.....	2,70	3,05	2,55
— azotées	8,97	9,12	9,18
— cellulosiques	2,80	2,97	2,90
Non dosé.....	0,24	0,31	0,13
	100,00	100,00	100,00

Farine.

Nettoyage des grains. — Avant de passer à la mouture, il est nécessaire de nettoyer les grains comme cela se fait pour les autres céréales, le Blé en particulier.

Le mieux serait de traiter les grains à grande eau. Les grains légers et malades nagent en surface, les bons grains tombent au fond. Il est facile d'éliminer les premiers. Les seconds sont alors plus facilement moulus.

Un autre procédé plus simple consiste à passer les grains au tarare qui chasse les plus légers et les impuretés suivant leurs densités.

Décortiquage. — Les grains des Sorghos cultivés comme céréales, *Douro*, *Dari* ou *Dourah*, *Mil* ou *Milo*, *Fétérita*, *Kafirs*, *Shalus*, *Ampemby*, *Kaoelians* sortent de la batteuse complètement privés de leurs glumes,

Il n'en est pas de même des variétés dont les grains sont presque complètement enveloppés par les glumes, comme les Sorghos sucrés et les Sorghos à balai qui sont livrés au commerce avec leurs glumes noires, rouges ou brun ocracé. Ces enveloppes coriaces étant particulièrement indigestes pour les animaux, il serait nécessaire de les éliminer.

On peut opérer comme pour le Riz. Les Espagnols se servent pour le décortiquage du Riz d'un moulin dont la meule inférieure est garnie d'une couche de liège.

Les machines à décortiquer le Riz sont de plusieurs modèles : l'une d'elles se compose d'un tronc de cône en aggloméré, le grand cercle en bas tournant dans son moule en creux, garni de cuir de mouton (*basane*).

Une autre est une machine centrifuge qui projette le grain contre une paroi rugueuse, toile métallique un peu grossière ou tôle perforée, les rugosités étant placées vers l'intérieur, peuvent être suffisantes.

Un passage au tarare élimine les glumes et déchets et laisse

le grain propre, qu'il est difficile de conserver entier. Les cassures servent de nourriture aux volailles. Pour les grains des variétés cultivées comme céréales, un simple passage au tarare suffit, le plus souvent.

Mouture. — Elle se fait à l'aide de cylindres ou de meules. Comme je l'ai dit, à propos du nettoyage, il peut être avantageux de mouiller un peu les grains avant la mouture comme on le fait pour le Blé.

Le grain de Sorgho est toujours plus ou moins dur et corné en surface. L'extraction peut être ainsi facilitée. Ce mouillage n'a aucun inconvénient lorsque la farine est employée immédiatement. Il serait préférable de faire sécher les grains si l'on voulait conserver la farine.

Les essais de mouture de Sorghos de l'Afrique occidentale ont été publiés par F. Heim et Husson (*Bulletin de l'Office colonial*, janvier 1919).

Ils ont donné :

	SORGHO SAROSSO	SORGHO NIENKO
Poids moyen de 100 grains	4 gr. 53	1 gr. 90
<i>Rendement à la mouture.</i>		
Déchets au nettoyage.....	13 gr. 73	2 gr. 27
Farine	66 gr.	78 gr. 31
Gros sons.....	15 gr. 52	10 gr. 38
Petits sons.....	1 gr. 44	5 gr. 62
Pertes.....	3 gr. 31	3 gr. 42
	100 gr. 00	100 gr. 00

J'ai moi-même obtenu avec des grains étiquetés Niamco, qui représentent évidemment la même variété que le Nienko de Heim et Husson.

Poids de 100 gros grains.....	5 gr. 510
Poids de 100 petits grains	3 gr. 831

Ces grains m'ont été donnés par M. le professeur Capus, directeur du Musée de l'Office colonial.

Ils sont beaucoup plus gros que le Nienko, plus haut cité.

Ces farines ont été obtenues par le procédé de meunerie employé en mouture haute, les pièces travaillantes du broyeur à cylindres ayant été resserrées à chaque passage.

Après chaque broyage, les gruaux ont été séparés par blutage au tamis n° 40 et les farines sur tamis n° 120.

Le nettoyage préalable des grains a été effectué par criblages suivis d'un nettoyage à l'eau pour éliminer les grains légers. Ils ont ensuite été séchés à l'étuve à 40-45° jusqu'à obtention du poids primitif.

Composition des produits de mouture.

	SORGHO SARASSO	
	Farines	Sons
Humidité.....	13,14	11,72
Matières azotées totales	12,24	15,44
Matières grasses	2,82	4,68
Cellulose	1,52	9,34
(Extractif non azoté, amidon, sucre, etc...) ..	68,82	55,70
Cendres	1,46	3,12
	100,00	100,00

L'analyse de la farine de Sorgho sucré m'a donné les résultats suivants :

Humidité : sur 5 grammes à 100° centigrades jusqu'à poids constant $\times$ par 20 = humidité pour 100.

Cendres : sur 5 grammes, incinération et pesée, le poids obtenu $\times$ 20 = cendres pour 100.

Matières azotées : procédé Kjeldahl sur 0 gr. 50 de farine. Le chiffre d'azote obtenu multiplié par 200 donne l'azote pour 100 qui, multiplié par 6,25, donne la matière azotée ou protéique pour 100.

Matières grasses : 5 grammes sont épuisés à l'éther, le solvant est distillé, le résidu séché et pesé $\times$ 20 = matières grasses pour 100.

Matières hydrocarbonées amylacées : sur 0 gr. 50 de matière, après épuisement à l'éther, on hydrolyse pendant trois heures

consécutives dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, HCl, 1 gramme ; H²O, 100 centimètres cubes. On neutralise par NaOH en présence de phtaléine, on fait un volume de 250 centimètres cubes et on filtre.

On titre par la méthode Bertrand : réduction de la liqueur cupropotassique, dissolution de l'oxydure de Cu dans la solution de sulfate ferrique et titrage à la solution de permanganate de potasse, à 5 grammes par litre ; ou plus simplement par la liqueur de Fehling.

Le chiffre de glucose obtenu, multiplié par 200, puis par 0,90, donne approximativement les matières amylacées globales. Les sucres et autres matières hydrocarbonées, d'ailleurs peu abondants dans ces grains, ayant sensiblement la même valeur alimentaire que l'amidon.

Cellulose brute. — Sur 5 grammes, on ajoute 150 centimètres cubes d'eau acidulée chlorhydrique (HCl, 50 ; H²O, 1.000). On fait bouillir pendant vingt-cinq minutes. On filtre sur le vide dans un tronc de cône filtrant en alundum ou en porcelaine poreuse. On lave à l'eau pour éliminer tout l'acide.

A l'aide d'un jet de pissette, on fait tomber le résidu dans une capsule et on traite par la soude à 10 p. 100, 100 grammes de KOH p. 1000 d'H²O. On fait bouillir vingt minutes, on reverse sur le vide dans le tronc de cône filtrant. On lave à l'eau puis à l'eau distillée jusqu'à cessation d'alcalinité. On peut laver à l'alcool, puis à l'éther pur, faire sécher directement et peser ; le mieux est de faire couler la cellulose sur un filtre sans pli taré, de laver à l'alcool puis à l'éther, de faire sécher à l'étuve (100°) et de peser.

Remarque. — On peut aussi éliminer l'acide d'abord, la soude ensuite, en versant sur tamis de laiton n° 200 mouillé et en lavant immédiatement à grande eau, puis en faisant couler la cellulose à l'aide d'un jet de pissette dans une capsule pour l'attaquer à la soude ou sur un filtre sans pli taré et en opérant comme il a été dit plus haut. Le chiffre obtenu $\times$ par 20 = cellulose brute pour 100.

Extraction de l'amidon. — Les grains après trempage sont

concassés et additionnés d'une lessive de soude très faible (2,5 p. 100 en NaOH) qui dissout le gluten, désagrége les fragments et permet le dépôt de l'amidon, sans avoir à redouter la formation d'empois. La lessive est renouvelée toutes les douze heures jusqu'à séparation facile de l'amidon, ce qui demande environ cinq jours. Toutes les eaux de trempe sont réunies, placées au repos, pour laisser déposer les particules solides qu'elles tiennent en suspension, puis décantées et neutralisées par SO_4H_2 , pour précipiter le gluten qui est séparé par filtration et desséché à l'étuve jusqu'à poids constant et pesé.

Après traitement par la lessive, la matière est épuisée sur tamis fin n° 200 par un courant d'eau. Les eaux amylacées sont laissées au repos dans de grandes terrines. L'amidon dépose, les eaux sont décantées et remplacées à quatre reprises par de l'eau pure en procédant chaque fois à une remise en suspension, de façon à amener une séparation aussi complète que possible des corps gras, qui, rassemblés à la surface de l'amidon, en sont séparés assez facilement après chaque décantation. Les eaux de décantation renferment encore une notable quantité d'amidon. Elles sont laissées au repos. L'amidon se sépare des corps gras par dépôt très lent. Cet amidon mélangé à l'amidon de la terrine de délayage est soumis à un dernier lavage et, après dépôt, séparé des eaux par décantation et soumis à la dessiccation à l'étuve à basse température jusqu'à fendillement de la masse (amidon en aiguille).

Heim et Husson ont obtenu pour 100 de produit sec :

	p. 100 SAROSSO	p. 100 NIENKO
Sons desséchés	9,97	9,28
Amidon sec	36,92	36,33
Gras desséchés	32,62	32,59
Gluten sec	6,46	7,41
Pertes.....	14,03	14,39
	100,00	100,00

Ils donnent les chiffres suivants, pour la composition des sons qui, tout en ayant moins de valeur que ceux de meunerie, ne sont pourtant pas négligeables.

	pour 100
Humidité.....	10,76
Matières azotées	15,75
— grasses	1,30
Cellulose	34,60
Extractif non azoté	34,41
Cendres	3,18
	100,00

Ces sons, qui ont encore une forte teneur en matières azotées, peuvent encore être avantageusement utilisés comme aliment de substitution.

Caractères de la farine. — Elle est plus ou moins granuleuse au toucher. Sa teinte est grisâtre, parfois un peu violacée, avec des piqûres blondes ou brunes plus ou moins foncées, produites par les nombreux débris cellulaires qu'elle contient.

Caractères micrographiques (fig. 55). — L'amidon se rapproche beaucoup du Maïs. Il est plus arrondi, ses contours sont

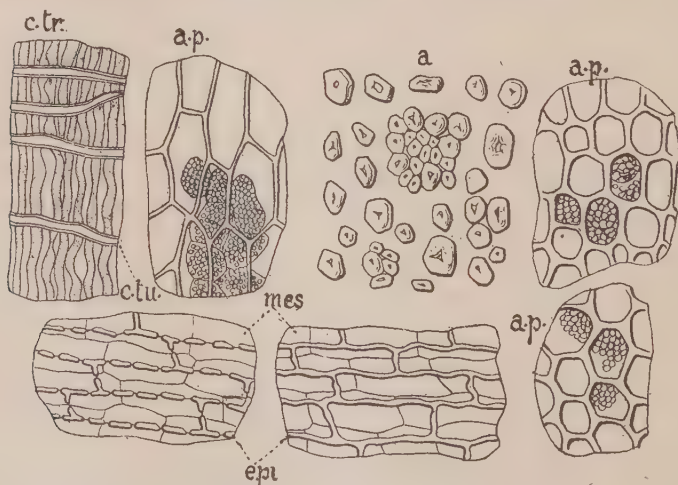


Fig. 55. — Micrographie de la farine de Sorgho.

épi = épicarpe; mes = mésocarpe; c. tr. = cellules transversales;
c. tu. = cellules tubulaires; ap = assise protéique; a = amidon 5 à 20 μ .

moins anguleux. Ils ont généralement des arêtes moins vives que celles du Maïs. Les grains d'amidon qui, généralement

varient entre 5 et 20 μ de diamètre, sont le plus souvent isolés, les amas sont peu résistants, faciles à dissocier et, en cela, différents de ceux du Maïs. Le hile est toujours plus prononcé que dans le Maïs, il présente des stries radiales assez caractéristiques plus accentuées que dans le Maïs. On ne rencontre, dans cette farine, rien d'analogue aux gruaux transparents et compacts produits par l'écrasement de la couche cornée périphérique du grain de Maïs.

Les débris d'épicarpe sont très importants pour l'identification des farines de Sorgho. Leurs cellules, le plus souvent sinueuses, ont des parois généralement épaisses, faiblement ponctuées. Les cellules transversales plus ou moins colorées en brun sont assez caractéristiques.

Réaction colorée des farines des Sorghos

Il est facile de remarquer que les jus d'hydrolyse de l'amidon ou les jus d'attaque pour le dosage de la cellulose sont fortement colorés. C'est cette coloration qui m'a mis sur la voie de la recherche de la matière tinctoriale du Sorgho.

J'ai pensé que cette coloration devait être caractéristique. La reconnaissance spécifique des diverses farines dans un mélange complexe est, en effet, très délicate. Une réaction colorée assez sensible peut rendre cet examen plus facile. Elle permet de séparer les farines en deux groupes suivant qu'elles donnent ou ne donnent pas cette réaction.

Les jus acides m'ayant donné, d'abord, une coloration rouge orangé, j'ai cherché à renforcer l'intensité de la coloration en augmentant la solubilité du colorant dans un solvant mieux approprié que l'eau. J'ai choisi l'alcool éthylique comme étant le meilleur. Cet alcool à 70 ou à 95° est additionné de 2 à 5 p. 100 d'HCl pur, exempt de fer. La concentration de l'alcool de 70 à 95° n'influe pas sur la réaction.

Les Sorghos à grains blancs qui produisent une farine à peine bise donnent à l'alcool chlorhydrique une coloration rose très légèrement violacée.

Les Sorghos à grains plus foncés donnent une coloration encore plus nette.

5 p. 100 de farine de Sorgho à grains blancs dans une farine de Froment donnent une coloration nettement rose, tout à fait caractéristique.

Pour compléter cette étude et la rendre pratiquement applicable, j'ai essayé l'action du réactif sur les différentes farines communément employées dans l'alimentation.

Trois donnent une coloration très nette, ce sont par ordre d'intensité : le Sarrasin, le Sorgho et l'Orge.

Les impuretés des grains réagissent également : la Vesce, la Jarosse, le Mélampyre et la Nielle.

COLORATION

Le Sarrasin (<i>Polygonum fagopyrum</i>) L...	Grenat clair très intense, la farine est violet clair.
Le Sorgho (<i>Sorghum vulgare</i> Pers.).....	Rose très légèrement violacé.
L'Orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	Vieux rose.
La Jarosse (<i>Lathyrus cicera</i> L.).....	Violet clair.
La Vesce (<i>Vicia sativa</i> L.).....	Vieux rose (Pellerin).
Le Mélampyre (<i>Melampyrum arvense</i> L.).	Bleu verdâtre (Pellerin).
La Nielle (<i>Lychnis</i>).....	Jaune orangé (Pellerin).

Mode opératoire. — Le mode opératoire est des plus simples. On introduit dans un tube à essais environ 1 centimètre cube d'épaisseur de farine. On ajoute le réactif « alcool chlorhydrique », on agite pour mélanger et on met au bain-marie pendant quelques minutes en suivant la réaction.

En général, le rose apparaît nettement après deux ou trois minutes, au bout de dix minutes on peut considérer que l'intensité la plus forte de la coloration est atteinte et que l'opération est terminée.

Réaction colorée des farines par l'alcool à 70 ou 90°. HCl 2 à 5 p. 100.

Farines

donnant une réaction colorée

ne donnant pas une réaction colorée nette

Sarrasin	} Grenat, rose ou violet.
Sorgho	
Orge	
Jarosse	
Vesce	

Mélampyre : bleu verdâtre.

Nielle : jaune orangé.

Blé.
Seigle.
Maïs.
Riz.
Avoine.
Alpiste.
Millet.

L'analyse microscopique des farines est ainsi facilitée. L'Orge est séparé du Blé et du Seigle.

Le Sorgho et le Sarrasin, du Maïs et du Riz.

Moulin. — La meunerie française est une des plus vieilles industries françaises. Les moulins à eau et à vent, à meules et à cylindres sont trop connus chez nous pour qu'il soit besoin d'insister.

Il n'en est pas de même dans nos colonies, en Afrique occidentale en particulier, la petite meunerie, qui libérerait la main-d'œuvre féminine pour le travail des champs, y serait à encourager.

Des petits modèles de moulins très peu encombrants donnent d'excellents résultats.

Ces moulins demandent une force minime qui peut être fournie par une éolienne ou un moteur à gaz pauvre alimenté par un gazogène marchant au bois, à la balle ou à la paille de Mil, aux coques d'Arachides ou autres déchets. Ils ont généralement un fonctionnement très régulier.

CHAPITRE XIV

SORGHO A BALAI

Les Sorghos à balai (fig. 56) sont annuels. Ils sont caractérisés par une panicule très ample à rameaux à peu près égaux s'insérant sur un axe très court, dans les meilleurs types à un simple cône d'insertion. L'insertion des rameaux est en corymbe ombelliforme, leurs points d'attache sur l'axe sont très rapprochés. On trouve souvent dans les cultures des panicules mal formées dont l'axe est allongé. Il ne faut jamais récolter les grains de semence sur ces panicules qui seront uniquement destinées aux volailles ou, après concassage, aux animaux de la ferme.

D'après Gustave Heuzé (*Les plantes alimentaires des pays chauds et des colonies*, Paris, Librairie agricole, 1889, p. 125), le Sorgho à balai aurait été introduit d'Anatolie au Piémont en Italie en 1204, on l'appelait alors Meliga ou Melica.

Le même auteur (*Les plantes industrielles*, Librairie agricole, Paris, 1912, t. I, p. 293), dit que cette plante fut introduite en Europe en 1596. On lui a donné des noms de grand Millet, Millet d'Inde, Millet à balais.

De nos jours, il est cultivé en France d'une façon importante dans la vallée du Rhône, en Provence et dans le Gard, et dans la vallée de la Garonne.

Il est aussi cultivé en Italie, dans la région de Florence. Il fut introduit en 1798 aux Etats-Unis où sa culture est assez déve-

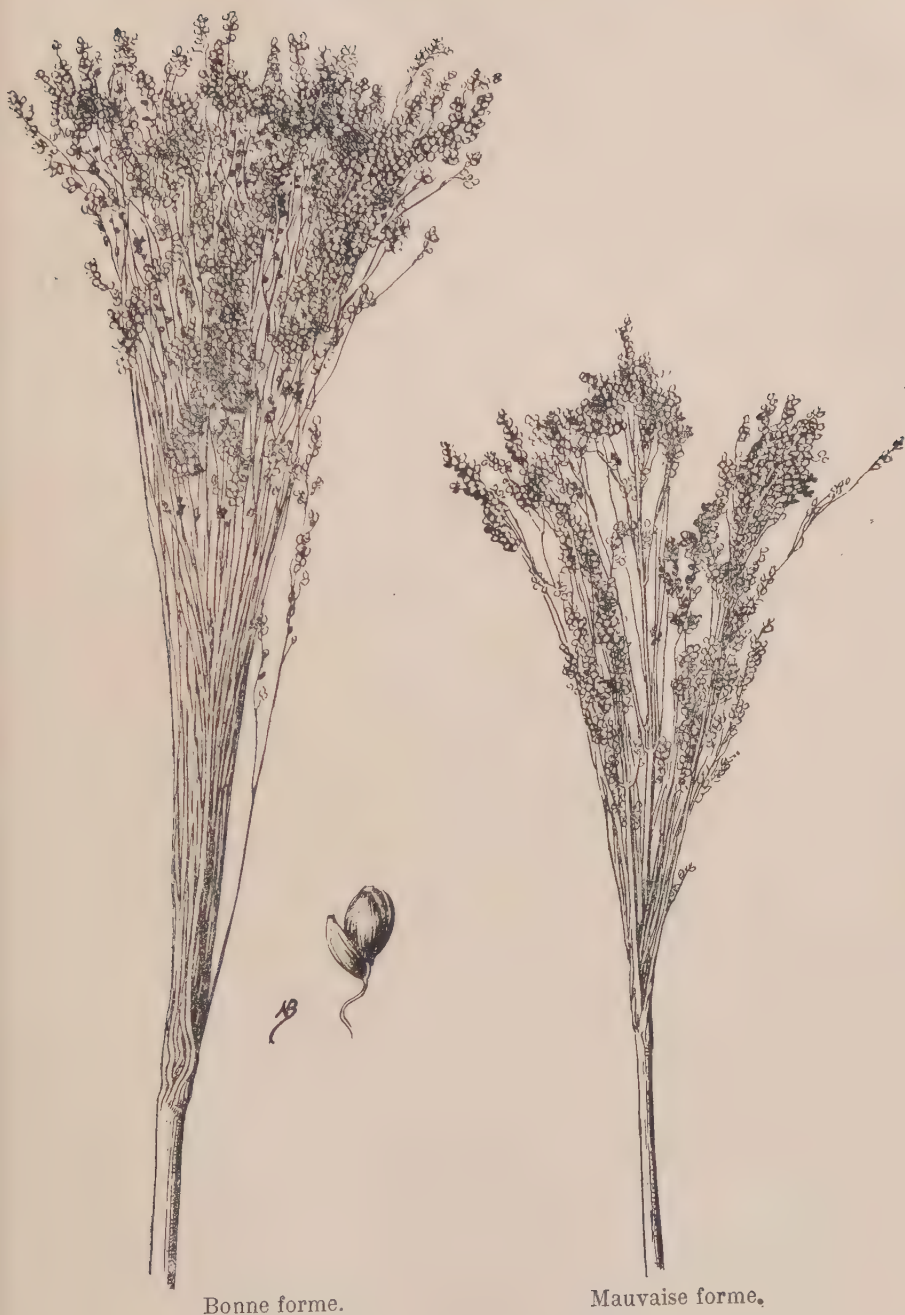


Fig. 56. — Sorgho à balai.

Dans les bonnes formes, les panicules ont des brins longs et souples et l'axe de la panicule est très court ; dans les mauvaises formes, l'axe de la panicule est long et rameux et les rameaux eux-mêmes sont souvent plus ou moins rameux.

loppée pour que les Américains nous fournissent des balais de leur fabrication.

Dans les Sorghos à balai les grains sont recouverts de leurs glumes plus ou moins colorées. Ils sont, pour cette raison, moins facilement digestibles que les grains nus des variétés cultivées comme céréales. On les utilise dans l'alimentation des volailles et du bétail et aussi dans la fabrication de l'alcool avec un rendement d'environ 28 p. 100 d'alcool pur. On a utilisé dans le pain pendant la guerre, la farine de Sorgho à balai, en mélange avec la farine du Froment.

Pour moudre ce grain il faut d'abord le décortiquer en le faisant passer entre deux meules dont l'une est recouverte de liège ou de cuir ou entre un tronc de cône en aggloméré, mobile dans sa matrice dont la face du frottement est recouverte de cuir, la plus grande base étant tournée vers le bas.

Les grains sont alors passés au tarare qui les sépare de leurs glumes, glumelles et glumellules. Le grain est alors moulu.

On distingue plusieurs races de Sorghos à balai, les unes à paille fine, les autres à paille plus grossière.

Pour la France et l'Afrique du Nord nous avons intérêt à cultiver des belles races bien sélectionnées et bien acclimatées.

Deux races françaises : le Sorgho de Provence et du Gard, et le Sorgho de la Garonne.

Une race italienne : le Sorgho de Florence.

Le *Sorgho de la Garonne* est fort, sa panicule est large, et très granifère. A la maturité ses rameaux assez grossiers sont étalés en ombelle ou en éventail. Son grain est rouge.

Le *Sorgho de Provence* a une tige plus élégante. A la maturité, sa panicule plus fine est moins étalée. Son grain est jaune.

Le *Sorgho d'Italie ou de Florence* a une paille plus claire et beaucoup plus fine. Les rameaux de sa panicule ont environ 60 centimètres. Ses grains sont jaunes.

Le *Sorgho vert du Missouri* dont les brins solides et souples restent verts, est très productif et très estimé aux Etats-Unis de même que le *Sorgho jaune de Californie*, aux brins longs, clairs et souples.

Les Américains ont sélectionné les meilleures variétés de Sorghos à balai et ils recommandent :

Les *Standard Broom Corn*, Sorgho à balai type et le *Dwarf Broom Corn*, Sorgho à balai nain.

Le *Standard* (ou type) a 3 à 4 mètres de haut avec des panicules dont les brins atteignent environ 50 à 60 centimètres de long. Ces brins sont souples et longs, mais jamais aussi fins que ceux du *Dwarf* (ou nain).

De nombreux noms sont appliqués au *Standard* : *Australian*, *Californian Golden* (jaune de Californie), *Chinese evergreen* (Chinois toujours vert), *Early long brush*, *Evergreen*, *Impérial evergreen*, *Improved evergreen*, *Missouri evergreen* (Missouri toujours vert) et *Tennessee evergreen*.

Le *Dwarf Broom corn* ou « Sorgho à balai nain » atteint seulement de 1 m. 20 à 1 m. 80 de haut avec des panicules souples dont les brins, de 40 à 60 centimètres de long, sont généralement plus fins que ceux du *Standard*. Plusieurs noms servent à désigner cette variété suivant les régions : *Dwarf broom Corn* ou *California golden dwarf*, *Dwarf*, *Dwarf evergreen* et *Oklahoma dwarf*.

Les Américains ont sélectionné récemment la variété *Acme* (*Dwarf Standard*).

Elle est intermédiaire entre ces deux variétés. Elle possède la longueur de panicule du *Standard* et la petite taille du *Dwarf*. Elle est, à cause de ses caractères, plus facilement adaptable aux terrains secs et serait sans doute intéressante pour le midi de la France et l'Afrique du Nord.

En France on ne cultive guère le Sorgho à balai que dans le Midi bien qu'il mûrisse jusque dans la région parisienne. J'en ai récolté à Vanves (Seine) et à Morée (Loir-et-Cher).

Il y aurait intérêt à introduire en France les plus belles variétés italiennes, le Sorgho de Florence en particulier dont les brins fins, clairs et souples sont très recherchés pour la couverture des balais fabriqués en France. Le climat du Midi se rapproche de celui de Florence et rien ne devrait s'opposer à cette introduction. On cultive en Vaucluse les Sorghos « Millet de Gênes » et Millet bas ou Basset, ce dernier est le plus productif des deux.

Culture. — Le travail du sol est le même que pour les autres Sorghos. Un labour d'automne pour enterrer les mauvaises herbes et permettre aux pluies d'hiver de pénétrer dans le sol.

Une façon de printemps pour briser les mottes, un hersage pour ameublir et niveler.

Les semailles se font en lignes espacées de 80 centimètres à 1 mètre, les pieds étant espacés de 15 à 20 centimètres sur les lignes. On sème en poquets à la main ou mieux en ligne au semoir adapté à cet effet. Comme il est dit aux chapitres « Culture » et « Sorghos à grains ».

Le grain de Sorgho à balai pèse environ 600 grammes au litre. On en sème 8 à 12 kilogrammes, soit 15 à 20 litres à l'hectare. Un litre contenant environ 3.000 grains, 3 à 5 litres devraient suffire à l'hectare. Il est préférable de semer plus dru quitte à éclaircir.

Le buttage généralement pratiqué est utile, il facilite le développement des racines adventives qui se développent aux nœuds de la base des Graminées, des Sorghos en particulier.

Trois semaines après le buttage on débarrasse les tiges de leurs repousses latérales.

Pour faciliter ce buttage on peut semer dans le fond des sillons ouverts à cet effet, qui sont comblés lorsque la plante est assez haute pour être buttée.

Lorsque le grain se développe son poids fait fléchir les rameaux de la panicule qui prennent alors une mauvaise forme. Pour éviter cet inconvénient on fait un double coude à la tige en la pliant simplement à deux endroits rapprochés d'environ 10 centimètres (fig. 57). De cette façon la panicule mûrit ses rameaux pendants et garde une belle forme commerciale. On croise généralement les coudes de deux rangées consécutives, ce qui facilite le travail par la suite. Cette opération très simple et facile augmente considérablement la valeur des pailles du Sorgho à balai qui sont plus régulières, plus souples et aussi bien plus résistantes.

Une vingtaine de jours avant la maturité des grains on a l'habitude de cueillir les feuilles de la base des tiges en laissant celles du sommet ; on utilise ces feuilles comme fourrage pour l'ali-



Fig. 57. — Tige de Sorgho à balai doublement coudée pour permettre aux brins de la panicule de rester bien droits jusqu'à la récolte.

mentation du bétail. On peut au besoin les passer au hache-paille. Si on a de grandes quantités et que le temps soit humide, la mise en silo peut aussi rendre des services.

En général, la récolte se fait avant la maturité complète, les panicules trop mûres ont des rameaux cassants et moins estimés.

C'est d'ailleurs cette récolte hâtive qui conserve à la paille sa teinte verte si estimée en Amérique.

On coupe la tige à environ 30 à 40 centimètres de la panicule. On laisse ainsi l'extrémité de la tige qui, restant adhérente à la panicule, facilite le bottelage et protège la paille.

On peut aussi couper au ras de terre et séparer ensuite le haut de la tige à 30 ou 40 centimètres de la panicule.

On fait des poignées de dix à quinze panicules que l'on fait sécher en les étalant. Après quelques jours de dessiccation on les met ensuite en meules, grains en dedans.

La maturité du grain s'achève et la paille finit de sécher.

Au moment de la récolte il est indispensable de classer les belles pailles en trois grandeurs différentes et d'éliminer les panicules défectueuses : 1^o celles qui sont charbonneuses sont brûlées pour éviter la contamination aux grains sains ; 2^o celles dont l'axe est long et dont les brins ne répondent pas aux qualités voulues servent à la nourriture des volailles.

Les belles panicules une fois sèches, ce qui demande en général une quinzaine de jours de beau temps, sont battues à l'aide de batteuses spéciales qui produisent environ 1.000 kilogrammes de paille égrainée et 25 hectolitres de grains par jour.

Les panicules peignées sont ensuite mises en meules en attendant la mise en fagot et l'expédition vers les usines.

La mise en fagots se fait en croisant les panicules l'une sur l'autre et en laissant les deux bouts cerclés protégés par les extrémités des tronçons de tiges restés adhérents aux panicules.

Pour le battage à la main on se sert d'un peigne à longues dents d'acier analogue à celui qui est utilisé depuis la plus haute antiquité pour l'égrainage du lin (voir fig. 1, tombe égyptienne Eileithyia, chapitre « Histoire du Sorgho »), ou encore d'un

appareil analogue à celui qui sert à blanchir l'osier, composé de deux lames verticales à tranchant mousse reliées par la base, à la manière de forces à tondre les moutons, par un ressort d'acier formant un 8. Le haut des lames est écarté en Y de manière à faciliter l'introduction des pailles. Les grains sont ainsi arrachés au passage.

Comme valeur alimentaire pour le bétail et la basse-cour, le grain de Sorgho à balai est très intéressant, surtout s'il est passé au concasseur qui en augmente la digestibilité.

L'analyse du grain de Sorgho à balai donne les chiffres ci-après.

		Stat. Agr. Bordeaux.
Humidité.....	12,40 p. 100	10,20 p. 100
Matières azotées	9,40 —	8,92 —
— grasses	3,54 —	4,15 —
Hydrates de carbone (amidon, sucres)	64,44 —	69,16 —
Cellulose	7,75 —	4,52 —
Cendres	2,28 —	2,05 —
Non dosé	0,19 —	1,00 —
	100,00 —	100,00 —

Le Sorgho à balai donne un bon fourrage vert. On le sème dru pour avoir des tiges minces, feuillues et peu développées. Comme pour les autres Sorghos il est nécessaire de ne pas faire consommer le Sorgho à balai en vert avant la presque maturité des grains ou au plus tôt avant qu'il soit passé fleur, en s'assurant qu'il n'est plus toxique.

Culture du Sorgho à balai en France. — D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. le directeur du Service agricole de Vaucluse, dans ce département il est cultivé chaque année environ 2.800 hectares. On sème en avril 10 litres ou 6 kilogrammes à l'hectare.

Les semis sont faits en lignes distantes de 0 m. 50, 0 m. 80 à 1 mètre pour faciliter les cultures. Les soins d'entretien consistent en : binage aussitôt la levée des plantes, un second binage

en mai. On forme alors des touffes distantes entre elles de 0 m. 25 à 0 m. 30.

Le démariage proprement dit n'est fait que quelques jours après en ne laissant que trois à quatre plants par touffe.

A cause du vent et de la sécheresse, dès le mois de juin on butte à l'araire. On n'irrigue pas.

La récolte a lieu en septembre-octobre, l'égrainage se fait à l'aide d'appareils en forme de lyre ou dentés comme une scie.

Les rendements sont : 20 à 25 hectolitres de grains à l'hectare et 1.000 à 1.500 kilogrammes de paille (panicules).

Le grain est donné aux volailles et la paille est vendue dans les centres de Caderousse, Orange et Mongragon pour la confection des balais.

Dans les essais d'engrais entrepris par la direction des Services agricoles, la formule suivante a donné les meilleurs résultats.

A l'hectare :

Nitrate de soude	300	kilogrammes
Chlorure de potassium.....	200	—
Superphosphates.....	600	—
Plâtre.....	400	—

Cet engrais est mis quelques jours avant le semis et enterré par le deuxième labour.

Le premier labour de préparation du sol est fait en automne à une profondeur de 30 à 40 centimètres.

D'après les renseignements qu'ont bien voulu me fournir MM. le Directeur des Services agricoles et le Professeur d'agriculture, le Sorgho à balai est cultivé en Lot-et-Garonne sur 700 hectares.

On sème en mai (comme pour le Maïs) 10 à 11 kilogrammes à l'hectare.

On donne deux binages et un buttage. On n'irrigue presque pas.

On récolte en octobre 1.200 kilogrammes de paille et 15 hectolitres de grains à l'hectare.

Les grains sont employés dans l'alimentation des volailles

et des pores. Les tiges sont en partie utilisées comme abris contre les vents et la pluie et aussi comme litière après broyage sommaire.

Il y a dans la région des moulins qui traitent les grains dont la farine est utilisée pour l'alimentation des pores.

J'ai récolté du Sorgho à balai mûr à Vanves (Seine), à Morée et à Fréteval (Loir-et-Cher).

Comme résidu de cette culture du Sorgho à balai, en France on compte environ 10.000 tonnes de tiges qui sont en grande partie inutilisées et qui sont susceptibles de fournir environ 28-30 p. 100 de cellulose propre à la fabrication du papier.

C'est une culture à développer et à sélectionner dans chaque région, aussi bien en France qu'en Afrique du Nord.

Cette culture serait à développer aussi dans nos colonies pour les besoins locaux.

Il est essentiel de ne pas cultiver les belles variétés de Sorghos à balai dans le voisinage d'autres Sorghos. Des fécondations croisées font très rapidement dégénérer les plantes et leur enlèvent toute valeur.

Il existe en France d'assez nombreuses usines de fabrication de balais qu'il faut alimenter et la broserie emploie beaucoup la paille de Sorgho comme succédané du Chiendent (racines d'*Andropogon*) d'Amérique centrale.

Cette industrie de la fabrication des balais est représentée en Algérie, en dehors des ateliers d'aveugles, par quatre fabriques situées à Oran, Alger, Constantine et Bône. Elles occupent, dans l'ensemble, environ soixante ouvriers, la plupart indigènes, dont les salaires journaliers peuvent atteindre 4 et 5 francs. Il est difficile d'évaluer la production annuelle, en broserie surtout, mais l'on peut indiquer que la fabrique d'Alger confectionne journallement plus de 500 balais. Dans l'ensemble, les trois autres en fournissent à peu près le double, soit un total de 1.200 à 1.500, ce qui représente près de 500.000 balais par an. Cette petite industrie s'est développée en Algérie depuis une dizaine d'années. Les statistiques douanières donnent bien, d'ailleurs, la physionomie de la progression qu'elle a subie. Alors

qu'en 1901 l'Algérie importait de 8 à 900 quintaux de balais de Sorgho, le chiffre était tombé à 246 quintaux en 1913. Par contre, la matière première pour la fabrication, qui n'entrait, en 1901, que pour 65 quintaux de paille de Millet et 48 quintaux de fibres de Coco, a été importée en Algérie pour 696 quintaux de paille de Millet et 1.053 quintaux de fibres de Coco en 1913.

La fabrication algérienne produisait seulement les balais, les manches continuant à être importés de la métropole ou de l'étranger. Depuis l'ouverture des hostilités, l'approvisionnement étant impossible, on emploie seulement des manches fabriqués avec du pin d'Alep, d'Algérie, donnant toute satisfaction.

Il y a seulement à regretter que la culture du Sorgho, si avantageuse dans certaines régions de la France, ait été à peu près délaissée en Algérie, où, cependant, elle donnait d'excellents résultats et une paille de première qualité dans la région de Bône notamment (S. Laboubée, *Notes sur l'industrie en Algérie*, Adolphe Jourdan, Edit., Alger).

CHAPITRE XV

LE SORGHO ORNEMENTAL EN HORTICULTURE

Les diverses variétés de Sorgho sont souvent très décoratives.

Ces grandes Graminées, élégantes et robustes, aux longues feuilles qui rappellent celles du Maïs, aux panicules denses ou légères presque autant que celles des Roseaux, peuvent être avantageusement employées dans les paysages horticoles : des touffes sur les pelouses ou dans des corbeilles sont d'un très joli effet (pl. 6, 7 et 8 ; fig. 1, 24 *bis*, 26, 27, 28, 56, 57).

Le Sorgho sucré, à glumes noires ou rouges, à panicules diffuses, le Sorgho à balai avec ses longues panicules aux brins souples garnis de grains enveloppés dans leurs glumes, ocracées et luisantes à leur maturité, sont d'un très joli effet ornemental.

Le Sorgho d'Alep, vivace sous nos climats, est aussi une très jolie Graminée avec ses tiges hautes et grêles, sa panicule légère et longue. Pourtant, à cause de sa toxicité, je ne le conseillerai pas au moins dans la région parisienne, à moins de n'en pas donner aux animaux. Il faut que l'herbe de nos pelouses puisse nous servir pour leur nourriture.

Cette culture ornementale du Sorgho a l'avantage de procurer des grains excellents pour les volailles et des allume-feu très pratiques pour l'hiver. On peut encore fabriquer des balais avec les panicules. On joint, de cette façon, l'utile à l'agréable.

Les panicules des Sorghos à balai, du S. d'Alep et des autres Sorghos légers peuvent faire de plaisantes garnitures de vases pendant l'hiver, quand les fleurs sont chères. Elles ont l'avantage de durer d'une saison à l'autre, ce qui est très appréciable.

CHAPITRE XVI

LA BIÈRE DE SORGHO

Historique. — La bière était connue dans l'antiquité égyptienne, et largement utilisée sous les noms de « Curmi » et de « Zythum ». Sa fabrication est représentée dans les anciens monuments.

Elle fut d'abord préparée avec le Froment et, plus tard, avec l'Orge.

La renommée de la bière ou « boisson pelusienne » est venue jusqu'à nous. *Peluse* était une ville de l'ancien delta du Nil, devenue *Tineh*, sur l'emplacement de laquelle fut construit *Port-Saïd*.

Les Grecs connurent la bière par les Egyptiens. L'« οινος κριθένος » (1) de Théophraste, 374-287, et le « Ζύθος βρύτον », d'Eschyle (2), 525-456, et de Sophocle, 495-405, désignent la bière. Les Gaulois, les Normands, les Bretons, les Scandinaves et les Germains connurent la bière de bonne heure. Dans son *Histoire des mœurs et coutumes des Germains*, Tacite, 54-140, dit que ces populations avaient une véritable passion pour la bière.

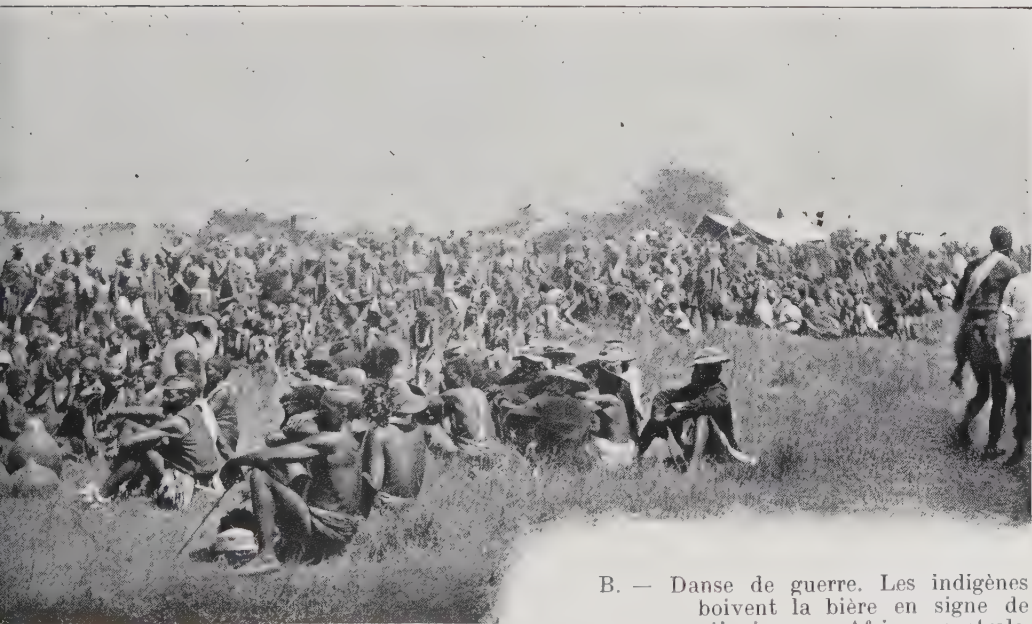
D'après Pline, les Gaulois désignaient cette boisson sous le nom de « Cerevisia », *vin de Cérès ou de céréales*. Ils appelaient « *brance* » le grain qui leur servait à sa préparation. De ces deux expressions sont dérivés les mots : *Cervoise*, d'un usage courant

(1) De οινος, vin et de κριθή, Orge, grain d'Orge.

(2) Ζύθος ou ζύθος, décoction d'Orge, βρύτον, bière.



A. — Maltage du grain de Sorgho en Afrique australe.



B. — Danse de guerre. Les indigènes boivent la bière en signe de réjouissance. Afrique australe.

au xvi^e siècle, et *brasser*, *brassin*, *brasseur*, *brasserie* qui subsistent encore.

Le mot français « *bière* » dérive de l'allemand « *bier* ».

Dès l'antiquité, les Egyptiens ajoutaient à la bière de l'infusion de lupin et les peuples du Nord des châtaignes grillées, pour l'aromatiser et en faciliter la conservation.

C'est seulement au vii^e siècle que le houblon aurait été employé pour la première fois en Italie. De nos jours la bière est connue dans le monde entier, elle constitue la boisson habituelle dans l'Europe du Nord, l'Europe centrale, quelques départements français du Nord et de l'Est, en Amérique du Nord, où la vigne n'est pas cultivée et ne peut pas pousser.

Les bières de Mil qui nous intéressent sont d'un usage courant en Afrique du Sud, en Afrique orientale et au Soudan.

Elles sont connues sous les noms de *dolo* en Afrique occidentale, de *talla* en Abyssinie, de *pombé* en Afrique orientale et de *tialva* ou *bière des Cafres* ou *kafir-beer* en Afrique du Sud. Une bière de Sorgho est également connue au Brésil sous le nom de *meriza*. En Europe même, la *braga* est une bière roumaine très appréciée, fabriquée avec le Sorgho.

Plusieurs auteurs ont étudié les bières africaines. Le Dr Loir, en Afrique du Sud, Saare Zeidler et Linder en Afrique orientale, Dumas en Afrique occidentale française.

A l'inverse des bières de Riz dont la saccharification est obtenue à l'aide de moisissures, l'*Amylomyces Rouxii* en particulier, les bières de Mil sont obtenues par maltage. Elles ressemblent en cela aux bières d'Orge.

Le Dr Loir, en Afrique du Sud, alors qu'il dirigeait l'Institut Pasteur de Bulawayo en Rhodésie, étudia les bières des Cafres. Il publia sur ces bières différents articles très intéressants (*La Nature*, 24 octobre 1903 ; *Journal d'agriculture tropicale*, mars 1906).

Henri Neuville (*Journal d'agriculture tropicale*, octobre 1903) publia également un article sur les travaux du Dr Loir.

Tous ces articles peuvent être ainsi résumés :

Le Dr Loir, chargé d'aller étudier une maladie qui sévissait parmi les mineurs de la Rhodésie en Afrique du Sud, remarqua

que la maladie, analogue au béribéri, n'atteignait que les mineurs nourris à la mine, vivant surtout de Riz et de conserves. Elle épargnait au contraire les mineurs qui conservaient leur nourriture habituelle, viandes fraîches, fruits, légumes et bière indigène de Sorgho. La bière de Sorgho, donnée aux malades, les remettait rapidement. A cette époque, la question des « vitamines » n'était pas encore à l'ordre du jour et nous n'avions pour éclairer cette importante question de la nutrition que quelques observations éparses : les équipages de Cook, indemnes du scorbut au cours de son deuxième voyage grâce à la bière fraîche qu'on fabriquait continuellement à bord ; le capitaine d'un cargo norvégien, qui avait conservé son pain bis complet, était bien portant alors que son équipage, qui avait exigé du pain blanc, était atteint du scorbut. Le scorbut cessa dès que les malades mangèrent du pain complet.

Ces questions si importantes ont été éclairées par les travaux récents d'un grand nombre d'auteurs sur les vitamines, la nutrition minérale et le minimum d'azote.

Le Dr Loir fit venir d'un village des brasseuses indigènes qui fabriquèrent la bière devant lui.

Elles commencent par faire germer les grains de Sorgho en les mouillant et en les laissant en sac pendant quarante-huit heures.

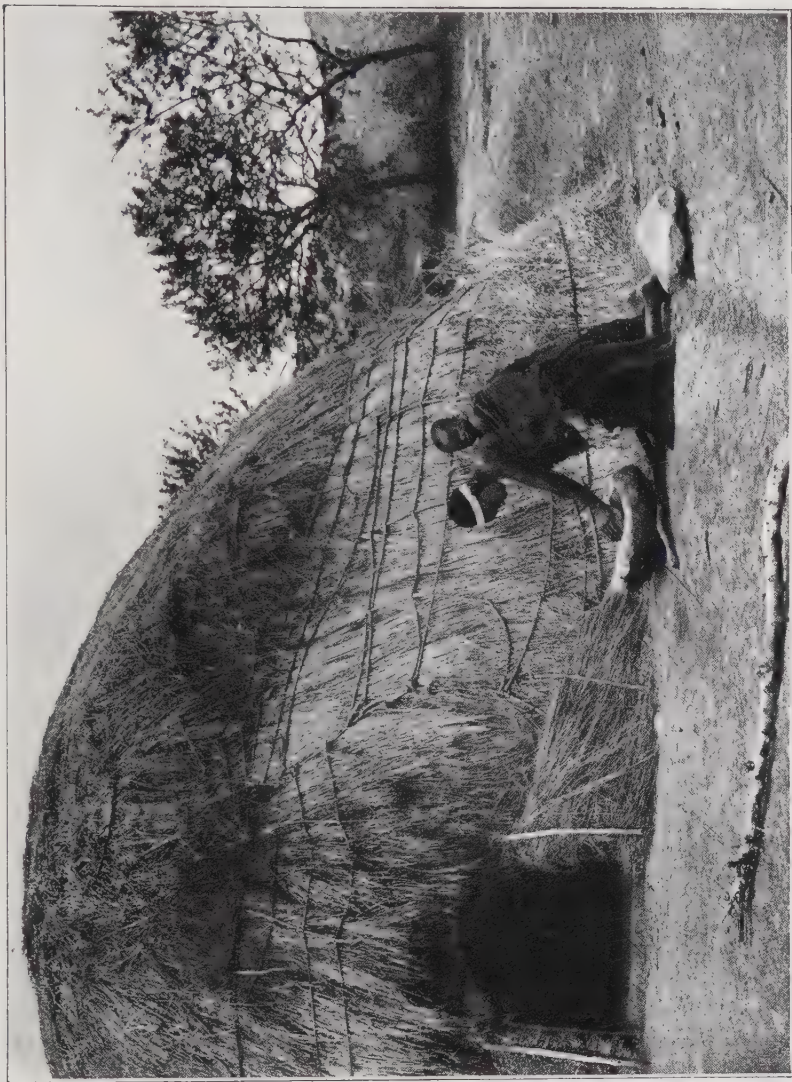
Elles font ensuite sécher ces grains en les étalant au soleil, puis les réduisent en farine en les broyant entre deux pierres.

Cette farine, mélangée environ à deux tiers de farine de grains non germés, est délayée dans de l'eau contenue dans des pots d'argile et soumise à l'ébullition.

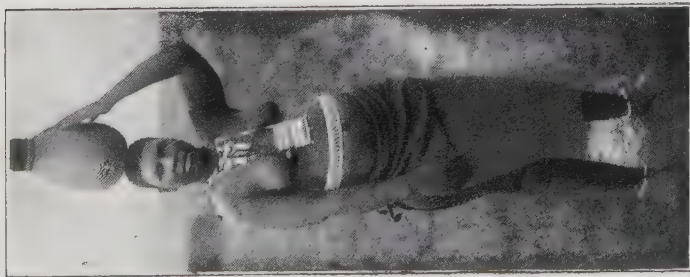
Après que le liquide a bouilli pendant cinq à six heures, il est laissé tel quel à refroidir sans recouvrir les pots.

Au bout de quelques heures, de véritables essaims d'insectes, mouches, papillons, termites ailés sont noyés dans le liquide et la fermentation commence.

Les levures sont ainsi apportées par les insectes, car les brasseuses ne se servent pas de mère, au moins dans ce cas, pour amorcer la fermentation. L'expérience leur prouve qu'il est nécessaire de laisser les vases ouverts. Lorsque le Dr Loir



B. — Moulin à farine cafre.
Afrique australe



A. — Femme cafre portant
la provision de bière.

recouvrir les vases, elles se précipitent pour les découvrir et lui faire comprendre par de grands gestes qu'il faut les laisser ouverts.

L'analyse de la bière fraîche faite à Bulawayo a donné :

Alcool.....	6,39 p. 100
Acidité en acide acétique.....	0,35 —
Extrait sec.....	4,2 —
Maltose.....	0,26 —

Elle contenait une forte proportion d'amidon dans le résidu. C'est donc un liquide nutritif et c'est à ce titre surtout que le Dr Loir s'est occupé de cette boisson.

Le dosage de l'alcool a donné 2,34 à 13,54 p. 100 avec 7,19 p. 100 de moyenne.

D'autres bières sont faites dans cette région avec des figues de Barbarie, du miel, du sucre.

La bière de Sorgho fut d'un grand secours au Dr Loir pour guérir les onze individus qui lui avaient été amenés à l'état de masses inertes, et qui, un mois plus tard, s'en allaient guéris.

La bière des Cafres ne peut se conserver que quelques jours. Elle devient vite acide et prend un goût très désagréable.

Henri Neuville (*J. A. T.*, octobre 1903, p. 296), indique une façon différente d'opérer :

Les brasseuses font d'abord bouillir la farine non maltée délayée dans l'eau qu'elles laissent refroidir et à laquelle elles ajoutent un tiers de farine maltée.

Le Dr Loir pense que des microorganismes voisins des *Amylomyces* apportés par les insectes saccharifient l'amidon et peuvent aussi alcooliser les sucres.

D'autres microbes, dont l'un est particulièrement long et épais, produisent de l'acide acétique et de l'acide lactique et sont par ce fait préjudiciables à la fermentation. L'écume qui surnage dans les pots contient de nombreuses cellules de levure.

Les indigènes commencent à consommer le liquide environ trois jours après la mise en fermentation. Ils le filtrent préalablement dans des sacs en jonc tressé.

Cette boisson possède un goût acidulé plutôt agréable. M. S.-A. Pingstone, qui l'a analysée, y a trouvé :

Alcool.....	2,91 p. 100
Extrait.....	4,2 —
Maltose.....	0,26 —
Acidité.....	0,35 —
Densité.....	1,011 —

C'est sans doute au fait que ces bières de Mil ne se conservent pas plus de trois ou quatre jours sans prendre un goût détestable qu'il faut attribuer l'opinion du Dr Dutrieux (1) sur une autre bière analogue, sinon tout à fait identique, le « *pombé* ».

Ce médecin avait interdit l'usage du *pombé* aux Européens résidant en pays tropicaux, tandis qu'il leur permettait l'usage d'autres boissons fermentées comme l'hydromel. La fermentation alcoolique du *pombé* est due à un microorganisme très voisin de la levure de bière, le *Schizosaccharomyces pombe*, découvert par Saare et Zeidler et étudié par Lindner.

Dans les bières de Riz, la fermentation est produite par de vraies levures, les *Saccharomyces sake* de H. Yobe, les moisissures ferments *Amylomyces Rouxii* ou *Aspergillus Oryzæ* agissant surtout comme agents saccharifiants.

Le *Schizosaccharomyces pombe* fait fermenter non seulement les sucres fermentescibles, mais encore le saccharose et même la dextrine et produit des quantités notables d'alcool. Sa résistance aux bactéries concurrentes est considérable. Elle produit une forte acidité, son optimum de température, 30 à 35° centigrade, la rend particulièrement intéressante pour les fermentations en climats tropicaux.

Préparation du « Talla » ou bière abyssine d'après A. SAVOURÉ, d'Addis-Abéba.

Doses pour 100 litres. — Quelques-uns mettent plus ou moins. Pour faire l'alcool on force généralement les doses :

(1) Chargé de mission entre Zanzibar et le lac Tanganyka.

1^o *Feuilles de Guécho* (*Rhamnus primoïdes*). — On en prend deux « fignes » ou deux fois ce qui peut tenir dans les deux mains rapprochées et jointes. Les réduire en poudre, mélanger avec deux ou trois fois leur volume d'eau, dans une petite jarre, en terre cuite ou autre, fermer avec un linge bien ficelé et laisser fermenter trois ou quatre jours (pour la température d'Addis, 15-20 pegrés).

2^o *Bois ou menues branches de Guécho*, les couper en petits morceaux à la hachette, puis les piler grossièrement au mortier.

En mettre de côté deux « fignes » comme pour les feuilles, sans les faire fermenter.

3^o Fabrication de la « *lit* » ou levain. Prendre 2 à 3 kilogrammes d'*Orge émondé*, que l'on grille dans un grand plat en terre cuite ou en fer, posé sur trois pierres, avec feu de brindilles en dessous, jusqu'à cuisson, sans carboniser les grains, comme les Abyssins les croquent, les jours de Carême.

Ensuite les concasser au pilon, en farine grossière que l'on délaye dans un peu d'eau, pour en faire une pâte à pain épaisse.

La bien cuire au feu, dans la plaque concave ci-dessus décrite jusqu'à *élimination* de l'eau (très sec) en tournant souvent la pâte.

4^o *Bekel* ou *germination*. — Prendre 18 à 20 kilogrammes d'*Orge* (pour 100 litres de bière). Mélanger cet Orge dans peu d'eau, pour obtenir la germination dans la grande jarre, ou le tonneau qui servira pour la fermentation.

En trois ou quatre jours, l'Orge sera germé. En retirer l'excès d'eau, dès que les germes sont sortis. Concasser ensuite grossièrement. La pâte épaissée qui en résulte est placée quatre à cinq jours dans un trou, près de la maison, puis suspendue en forme de pains ronds, pas trop épais, au-dessus de la fumée du foyers, jusqu'à ce que ces pains soient très secs.

5^o Mélanger tous les produits des quatre opérations ci-dessus, en pâte délayée épaisse, et les laisser fermenter trois ou quatre jours dans la grande jarre.

6^o Bien délayer cette pâte en ajoutant toute l'eau nécessaire pour les 100 litres en remplissant cette jarre. Bien fermer l'ou-

verture avec un linge ficelé et recouvert d'un épais mortier de boue, pour fermeture hermétique.

La fermentation demande cinq jours à la température d'Addis-Abéba. Elle est complète en trois jours dans des endroits plus chauds et demande de sept à neuf jours dans des localités plus élevées et plus froides. En cas de baisse de température, on fait du feu auprès de la jarre, pour faciliter la fermentation.

La bière est ensuite prête à consommer.

Il y a à boire et à manger. Les chefs la font filtrer à travers un linge, pour l'obtenir plus claire, mais les gens du peuple ne dédaignent pas d'y trouver le boire et le manger.

La forte teneur en *Guécho* la fait vite monter à la tête.

Suivant la région l'*Orge* est remplacé par le *Dourah*, *Zingada* ou autre, le *Maïs* ou même le *Blé*. La bière de *Dourah* est plus acidulée.

Le *dolo*, bière de *Mil* de l'Afrique occidentale et du Soudan, a été étudié par Dumas en 1906. Il dit : les indigènes fabriquent, avec le *Mil*, une boisson fermentée qu'ils appellent *dolo* et qui, bien conduite, est très agréable. Les Européens en usent volontiers et s'en trouvent bien. En voyage dans la brousse, on est heureux, après les fatigues de la journée, de trouver un chef de village qui vous apporte une calebasse de *dolo*. Non seulement c'est une boisson réconfortante, mais encore elle évite de boire l'eau tirée au puits voisin ou dans un marigot, l'un et l'autre de propriété douteuse. Les boissons sont un problème pour l'Européen. Nombreux sont les accidents qu'elles font naître. Il y aurait grand avantage à avoir sous la main une liqueur réellement hygiénique. Le *dolo* remplit plus ou moins bien ce rôle. Voici comment on le prépare :

1^o On fait germer le *Mil*. Les grains sont placés dans une caisse sur une épaisseur de 5 ou 6 centimètres. Ils sont mouillés, brassés, et arrosés tous les jours jusqu'à l'apparition des radicelles qui a lieu du deuxième au quatrième jour suivant la température ;

2^o On sèche au four ou au soleil les grains étendus par couches minces sur des nattes. Au soleil l'opération demande quelques heures ;

3° On réduit le Mil en farine grossière dans un mortier. On pourrait auparavant enlever les germes en froissant les grains et en les vannant comme on le fait dans la fabrication de la bière ;

4° On chauffe la farine délayée dans quatre ou cinq fois son volume d'eau. La température du liquide est élevée lentement et maintenue entre 65 et 75° centigrades pendant deux ou trois heures. On brasse constamment. Cette opération a pour but de saccharifier le plus possible d'amidon et de dissoudre les produits intermédiaires comme la dextrine qui s'est formée pendant la germination et sous l'action de l'amylase du malt de Sorgho ;

5° On laisse refroidir et on décante puis on remet de l'eau sur le malt, on chauffe en brassant pendant cinq à dix minutes ; on laisse reposer et on décante comme la première fois. On élimine ainsi tous les éléments hydrocarbonés solubles, ce qu'on reconnaît à la digestion.

On réunit les liquides obtenus qui doivent représenter environ cinq fois le poids du Mil employé.

6° La fermentation est mise en train à la plus basse température possible. On place le récipient dans un lieu frais, et lorsque la température du liquide est équilibrée avec celle de l'air on ensemence, soit avec du dolo frais, soit avec la levure de bière ou de dolo.

Les indigènes conservent la levure de dolo en la faisant sécher dans un paquet de filasse de Gombo (*Hibiscus abelmoschus* Moench. (Malvacées). Cette filasse est simplement trempée dans le liquide en fermentation et séchée à l'air. La levure reste vivante un certain temps à cet état.

On laisse fermenter deux, trois ou quatre jours suivant la température, suivant encore qu'on désire un dolo plus ou moins mousseux.

7° On filtre et on met en bouteille. Il faut consommer dans les huit jours et encore faut-il que la température ne soit pas trop élevée.

La fabrication du dolo est délicate. L'indigène en général pousse la fermentation trop loin. Il n'a pas toujours un bon ferment ; de là, résultent un goût acide et une odeur putride qui font,

rejeter cette boisson par beaucoup d'Européens qui n'ont jamais eu l'occasion d'en trouver de bien préparée.

L'industrie du *dolo* est presque entièrement laissée aux femmes qui acquièrent une plus ou moins grande réputation par la qualité de leur produit. Le secret du succès est surtout dans le ferment qu'il faut savoir sélectionner et maintenir.

Quelques Européens fabriquent du *dolo* pour leur usage. Ils en font une véritable bière en y ajoutant du houblon.

Le Sorgho a été employé en brasserie pendant la guerre en France. La revue *Brasserie et Malterie* (5 mars 1918), a publié un article documenté de J. Raux sur cette question. Il dit en résumé :

L'humidité doit être envisagée au point de vue rendement et aussi au point de vue conservation. Les Sorghos trop humides aigrissent et prennent une odeur anormale.

L'extrait est inférieur à celui des Maïs et des Riz. 8 à 10 p. 100 pour les Maïs, 10 à 15 p. 100 pour les Riz. Ce rendement en extrait dépend du degré de dégraissage ; les matières grasses gênent en effet la solubilisation de l'amidon. Le Sorgho contient presque autant de matières grasses que le Maïs, ce qui explique son infériorité en extrait. On dégraisse le Maïs destiné à la brasserie pour augmenter son rendement en extrait. Il vaudrait mieux faire subir la même opération au Sorgho.

La matière grasse du Sorgho rancit facilement. Il ne faut jamais employer en brasserie des grains qui sentent le rance, cette odeur pouvant se communiquer à la bière.

La forte dose de protéine contenue dans les grains explique leur facile altération.

Mode d'emploi. — Le Sorgho s'emploie comme le Maïs et le Riz. On l'ajoute à la première trempe en chaudière ou on le traite dans un cuiseur ou un macérateur.

L'utilisation directe en cuve-matière, sans cuisson préalable, n'est pas à recommander, même avec une farine très fine. L'amidon du Sorgho se dissolvant difficilement à cause de la forte dose de matière grasse qu'il contient.

Voici comment on peut conduire la trempe. La température

de 55° atteinte, on règle le chauffage de façon que la température ne monte plus que très lentement. On ajoute alors le Sorgho réduit en farine grossière. L'addition doit être faite par petites portions et en agitant énergiquement pour éviter la formation de boulettes qui ne se saccharifieraient pas.

Une fois l'addition du Sorgho terminée, on monte en dix minutes à 70°, température à laquelle on stationne pendant un quart d'heure, puis on porte rapidement à l'ébullition. Il ne faut pas hésiter à maintenir l'ébullition pendant assez longtemps, (une demi-heure et même trois quarts d'heure), de façon à réduire en empois l'amidon qui n'aurait pas été dissous ou saccharifié pendant la montée de la trempe en température.

La cuisson sous pression est à recommander. L'emploi du cuiseur permet d'utiliser le grain simplement concassé grossièrement. L'emploi du Sorgho n'a donné lieu à aucun inconvénient sérieux. On peut admettre qu'il peut être avantageusement employé en brasserie. Il faut toutefois que son prix de revient soit proportionné au rendement en extrait.

Il ne faut pas employer de farines trop fines qui gênent la filtration.

Au point de vue de la filtration, l'emploi du cuiseur est également avantageux, puisqu'il permet de dissoudre tout l'amidon en divisant très peu les parties cellulosiques du grain.

En résumé, les bières indigènes de Sorgho sont obtenues par maltage, soit que tout le grain mis à germer comme dans le *dolo* (Dumas, 1906), ou bien que le tiers seulement du grain soit malté comme dans la *tialoa* ou *bière des Cafres*.

La bière de Sorgho fabriquée en France pendant la guerre était obtenue par saccharification du malt d'Orge ordinaire, à la façon dont on emploie le Riz et le Maïs en brasserie. Il est seulement nécessaire de ne pas employer les grains qui ont l'odeur de rance ou qui sont échauffés. Les résultats ont été très bons.

Enfin on peut employer en brasserie le *sirop de Sorgho*, comme on emploie le *sirop de glucose* dit *sirop cristal* ou le *glucose massé*.

On peut même préparer chez soi des bières hygiéniques avec les

tiges de Sorgho sucré, le jus des tiges, ou le sirop fabriqué avec ces jus.

J'ai traité la question au chapitre « Le sucre et le sirop de Sorgho » (préparation des boissons fermentées à l'aide du Sorgho sucré).

A propos des bières de Sorgho, il n'est peut-être pas inutile, au point de vue général, de rappeler qu'en Amérique du Sud, dans les régions bolivienne et amazonienne, le Maïs cuit est saccharifié par mastication. De vieilles femmes édentées mâchent le Maïs, l'insalivent et le rejettent dans une grande calebasse où l'action de l'amylase salivaire se continue. Le liquideensemencé naturellement par des levures donne une boisson fermentée analogue à la bière. Mais vraiment il faut avoir soif pour ne pas en être dégoûté (1).

(1) Le Cointe. *L'Amazonie brésilienne*, p. 180, t. II, Challamel, édit., Paris.

CHAPITRE XVII

LE SORGHO EN DISTILLERIE

On peut tirer de l'alcool de deux parties différentes du Sorgho :

1^o Des tiges sucrées ;

2^o Des grains farineux.

I. — L'extraction de l'alcool des tiges peut se faire à partir du jus de presse ou de diffusion, ou plus simplement en mettant tremper les cossettes dans l'eau et en ensemençant à la levure. On distille ensuite. On peut aussi laisser le jus et les cossettes fermenter seuls.

Dans les exploitations importantes il est prudent de ne pas compter sur plus de 50 litres d'alcool à 95° par tonne de tiges.

Bourdais (1856) signale en Algérie, province de Constantine, 2.704 litres d'alcool à 94° pour 520 quintaux métriques de « Roseaux » (tiges) dépouillés de leurs feuilles.

Hippolyte Leplay (1858) signale des rendements de :

1 lit. 80 à 5 lit. 90 d'alcool à 90° pour 100 kilogrammes de tiges non mûres.

4 lit. 30 à 8 litres pour 100 kilogrammes de tiges demi-mûres.

7 lit. 45 à 9 lit. 80 pour 100 kilogrammes de tiges mûres.

dans la région Toulouse-Montauban.

Paul Madinier et G. de Lacoste (1856) signalent des rendements de 9 lit. 9 et 10 lit. 3 d'alcool pour 100 kgs. de tiges en Algérie.

D'après les chiffres publiés par Ruby (1921), les rendements

à l'hectare en alcool calculés à 5 litres d'alcool à 95° par tonne de tiges effeuillées auraient donné :

	Tiges effeuillées	Alcool à 95°
Sorgho sucré hâtif de Minnesota.....	25.400	1.270 litres
— Coleman.....	24.700	1.235 —
— Orange.....	47.700	2.385 —
Maïs géant de Serbie.....	20.200	1.010 —

Gèze (J.-B.) (*Jour. Agric. du Sud-Ouest*, juin 1922), dit avoir récolté au domaine de Villeclaire, région toulousaine, jusqu'à 6,200 kilogr. de sucre, correspondant à 3,700 kilogr. d'alcool pur à l'hectare.

L'alcool obtenu à partir des tiges des Sorghos sucrés fermentés est un alcool bon goût qui rappelle le « tafia ».

Il pourrait avoir dans l'avenir une grosse importance industrielle surtout si les pulpes étaient utilisées dans la fabrication de la pâte à papier.

II. — Les grains de divers Sorghos ont été utilisés en distillerie pendant la guerre. Le Sorgho à balai provenant du Midi, de Vaucluse en particulier, et le Dari ou Douro, provenant d'Egypte et de Syrie, ont été employés à la distillerie de Melle (Deux-Sèvres) et traités par le procédé Amylo.

Le procédé à l'*Amylo* est basé sur la propriété qu'ont certaines moisissures (ici, l'*Amylomices Rouxii*, du groupe des Mucors) de saccharifier directement l'empois d'amidon.

Cette intéressante moisissure fut découverte il y a une vingtaine d'années par Calmette dans la levure chinoise qui est un mélange de levures, de moisissures et de bactéries.

C'est cet *Amylomyces Rouxii* qui, avec l'*Aspergillus orizae*, saccharifie l'amidon du Riz dans la fabrication du « saké » ou bière de Riz. L'action saccharifiante de ces moisissures permet de se passer du maltage dans l'industrie de la bière chinoise.

C'est grâce à Boudin, chimiste et à Collette, distillateur à Séclin (Nord), que le Dr Calmette a pu appliquer industriellement sa découverte, qui a rendu d'immenses services pendant la

guerre et qui permet aux colonies de se passer d'acide sulfurique ou chlorhydrique comme agent de saccharification.

Sorghos à balai. — Comme nous l'avons déjà vu, le grain du Sorgho à balai est vendu dans le commerce avec ses glumes enveloppantes coriaces. Ces glumes, ainsi que le pédoncule ligneux qui les accompagne, sont une gêne pour le travail. Ils s'accumulent facilement dans le moût et causent des obstructions dans les tuyauteries, les vannes et les robinets. Il est nécessaire de les éliminer tout d'abord par un travail de meunerie préalable. Les glumes et les pédoncules correspondent à environ 10 p. 100 du poids des grains bruts. Ce grain ne donne pas un moût favorable au développement de la mucédinée et de la levure, aussi ne peut-on pas l'employer seul et est-on obligé de le mélanger par moitié avec d'autres matières amylacées.

Le rendement en alcool exprimé à 100 est de 26 à 28 p. 100 du poids du grain brut.

Dari, Douro ou Doura. — Le Dari a été aussi employé depuis plusieurs années par cette usine. Ce grain privé de ses glumes n'a pas les inconvénients du Sorgho à balai. Il se rapproche beaucoup du Mais en technique industrielle, son rendement en alcool est plutôt inférieur à celui-ci.

Enfin Fernbach a publié (*Bulletin de l'Office colonial*, janvier 1915) une étude sur des essais de fermentation des Sorghos en vue de leur utilisation pour la fabrication de l'alcool.

Tout en signalant que la saccharification des matières amylacées par l'acide sulfurique ne serait pas pratique aux colonies à cause des prix élevés du produit, il saccharifie l'amidon du Sorgho à l'aide de cet acide.

Le meilleur rendement lui a été donné par une dilution à 1,50 p. 100 de SO_4H_2 à l'autoclave à 134° pendant trente minutes. Il a obtenu 72,3 de matières réductrices.

Etude de la fermentation. — Fernbach s'est servi comme agents de fermentation de :

- 1° *Levure J.*, collection Institut Pasteur ;
- 2° *Saccharomyces pombe*, collection Institut Pasteur ;
- 3° *Levure de rhum*, collection Institut Pasteur.

Les deux derniers agents n'ont rien donné. La levure J, dont la caractéristique est de travailler en milieu très acide, est avantagée dans la pratique.

Préparation du moût. — L'amidon à 10 p. 100 du volume du liquide est saccharifié en présence d'acide sulfurique à 1,50 p. 100 en solution dans l'eau à l'autoclave à 134° pendant une demi-heure. Le liquide est neutralisé par le carbonate de chaux, puis filtré, stérilisé et ensemencé par un pied de cuve de 40 centimètres cubes de levure J et mis à l'étuve à 28°.

Marche de la fermentation. — Début après huit heures environ. Marche normale, de grosses bulles se dégagent pendant quarante-huit heures, puis les phénomènes se ralentissent pour devenir à peu près nuls après trois jours.

Le *rendement en alcool* est obtenu en partant de 200 centimètres cubes de liquide fermenté. Après une première distillation on obtient 100 centimètres cubes, qui, soumis à une nouvelle distillation, donnent 40 centimètres cubes d'alcool de bonne odeur.

Le *Dosage de l'alcool* se fait par la méthode du compte-gouttes de Duclaux sur le liquide de deuxième distillation dilué de son volume d'eau distillée, le liquide étant trop concentré.

On obtient ainsi à 15° 140 gouttes, soit 9 p. 100 d'alcool d'après les tables Duclaux.

Comme le liquide est dilué de moitié il faut doubler ce chiffre pour avoir le pourcentage d'alcool contenu dans 40 centimètres cubes de distillat, soit 18 p. 100 ce qui nous donne : $\frac{18 \times 40}{100} = 7,2$ pour 40 centimètres cubes correspondant à 200 centimètres cubes de moût fermenté, soit :

3 cc. 6 p. 100 ;

36 centimètres cubes pour un litre.

36 litres d'alcool pour 100 kilogrammes de farine de Sorgho, le moût étant à 10 p. 100 de matière première. Le rendement est très intéressant.

Pour les colonies, il serait nécessaire de mettre au point une saccharification plus pratique ; celle à l'Amylo employée à Melle

pourrait très bien convenir. Elle est employée déjà pour la fabrication de l'alcool de Manioc, rien n'empêcherait d'ailleurs de mélanger ces deux matières premières pour obtenir un meilleur travail. Peut-être la matière colorante du Sorgho à balai est-elle cause de cette mauvaise attaque à l'Amylo. Peut-être aussi la matière grasse entre-t-elle seule en ligne de compte.

Je sais bien que la fabrication de l'alcool aux colonies n'est pas à encourager, ce poison cause assez de ravages dans la population indigène de certaines de nos possessions pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister. Il n'en est pas moins vrai que notre industrie métropolitaine a besoin d'alcool et que, plus bas sera son prix de revient, moins chers seront nos produits organiques et matières colorantes. Son emploi dans les moteurs à explosion est aussi à envisager.

C'est à ces points de vue seuls qu'il est intéressant.

CHAPITRE XVIII

ETUDE DE LA MATIÈRE COLORANTE DU SORGHO SUCRÉ

Un des traits particuliers les plus intéressants de la biologie du Sorgho c'est la tendance au développement d'une matière colorante rouge plus ou moins foncée dans différentes parties de la plante, sous des influences multiples.

Influence des blessures. — Même sur des jeunes plantules, une légère blessure, éraflure d'aiguille ou petite contusion, provoque rapidement l'apparition d'une tache rouge dans le tissu de cicatrisation.

Influence des microbes. — Il en est de même des colonies microbiennes qui se développent naturellement sur les plantes.

Normalement tous les Sorghos sucrés adultes portent ainsi plus ou moins de ces taches. J'ai remarqué que cette propriété est aussi commune au Sorgho à balai et au Maïs. On peut rapprocher ces deux influences, les blessures n'étant jamais aseptiques.

Influence de la lumière. — Les jeunes plants très insolés prennent une teinte vert foncé dès leur premier développement à la lumière.

Cette teinte est produite par la superposition du vert de la

chlorophylle et d'un colorant rouge nettement visible sur les marges des feuilles.

L'examen microscopique le montre dans les différents tissus de la feuille. Ce colorant m'a paru avoir des analogies avec les anthocyanes étudiées par Combes.

Sorgho des teinturiers. — Il existe au Soudan une variété de Sorgho appelée Faraoro ou Mil des teinturiers, qui doit tout son intérêt à la couleur rouge que fournissent la tige et la gaine des feuilles.

Il est cultivé exclusivement par les cordonniers pour la teinture des cuirs. D'après M. Dumas, ils obtiennent la couleur rouge par macération prolongée des parties colorées dans l'eau. Ils la fixent sur les cuirs en se servant de cendres végétales.

Historique. — En Chine et au Japon, on s'est également servi de la matière colorante des tiges. Après l'extraction du sucre, on met les tiges en tas et on les laisse fermenter jusqu'à ce qu'elles aient pris une teinte rouge brun. On les sèche et on les traite par l'eau après les avoir réduites en menus fragments ; on épuise enfin par une lessive de soude. Celle-ci dissout la matière colorante que l'acide sulfurique précipite en flocons rouges. Cette substance est soluble dans l'alcool, les acides faibles et les solutions alcalines. Pour la fixer on fait intervenir les mordants d'étain, elle leur communique une couleur rouge assez stable à la lumière et au savon.

L'écorce des tiges de Sorgho renferme une matière colorante jaune (Schutzenberger).

On a préconisé en Europe, vers 1860, une matière colorante rouge violacé, appelée « rouge badois », d'un assez joli effet sur soie, dont j'ai vu un échantillon dans la collection Vilmorin à Verrière et sur laquelle je n'ai eu aucun détail ; elle semble correspondre à la teinte sur mordant d'étain dont parle Schutzenberger.

A ce moment ce colorant n'a pas fixé l'attention à cause du succès croissant des couleurs artificielles. Son étude au point de vue tinctorial n'a pas été très poussée. Sicard a bien parlé

de l'emploi des glumes, mais je n'ai pu trouver aucun renseignement sur sa façon de traiter les glumes et d'appliquer la teinture. Le « rouge badois » était complètement tombé dans l'oubli lorsque j'ai fortuitement retrouvé cette matière colorante, ignorant les recherches dont je viens de parler.

Matières colorantes des glumes. — Les parties les plus intéressantes de la plante, au point de vue colorant, sont les glumes.

Dans certaines variétés de Sorgho, et en particulier dans le Sorgho sucré et le Sorgho sucré hâtif de Minnesota, elles sont si chargées en matière colorante qu'elles paraissent noires ou rouge très foncé.

J'ai étudié particulièrement ce colorant. C'est en analysant la farine de Sorgho, dans le dosage des matières amylacées, que je fus frappé par la teinte des jus acides, résidu de l'hydrolyse de l'amidon par l'acide chlorhydrique. Cette liqueur orangée; pelure d'oignon, me rappelait les jus étendus acides que j'avais vu employer en teinture pour ganterie et j'eus l'idée d'essayer leur action sur la laine et le cuir. Elle fut rapide, les divers mordants me donnèrent des teintes variées, dignes de fixer l'attention. La guerre et la pénurie de colorants qu'elle amena, et aussi la tendance générale à utiliser au mieux toutes les ressources naturelles, m'ont fait penser qu'il serait intéressant de reprendre la question et de continuer méthodiquement cette étude pratique. Comme nous l'avons vu dans un précédent chapitre, les glumes sont coriaces, d'un noir chaud, et constituent un déchet de meunerie et de distillerie. Ce déchet serait assez abondant en Afrique du Nord, au Maroc, au Sénégal et au Soudan. C'est à cette France d'outre-mer que j'ai pensé en faisant cette étude, plus encore qu'à la métropole. Deux ou trois teintes seraient cependant intéressantes, même en France, en concurrence avec les colorants artificiels qui n'ont jamais la finesse et la douceur de ton des produits naturels, tout en ayant plus d'éclat.

Analyse des glumes.

Humidité. — 200 grammes de glumes sont mises à l'étuve à 170° pendant vingt-quatre heures, elles laissent comme résidu 105 grammes de glumes sèches, ayant subi une perte de poids de 25 grammes, soit 12,50 p. 100 d'humidité.

Epuisement par le tétrachlorure de carbone. — 26 grammes de glumes épuisées au tétrachlorure, au soxhlet, donnent 1 gramme de corps gras et cire, soit 3,845 p. 100 de corps gras et cire.

Essai des différents solvants. — L'eau froide est sans action notable. Elle dissout seulement des traces de colorant et prend une teinte brun clair avec une pointe de rouge. On peut laisser des glumes dans l'eau froide pendant plusieurs jours sans que cette eau se teigne notablement. Les glumes dégraissées à l'éther, puis séchées, colorent l'eau un peu plus que les glumes brutes, mais pas sensiblement, l'eau a une teinte plus rouge.

L'eau bouillante, au contraire, se colore très rapidement en rouge grenat. Le liquide se recouvre d'une pellicule de graisse et de cire qui se solidifie par refroidissement. Cette matière grasse et cireuse est extraite des glumes par l'eau bouillante.

L'eau acidulée par l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique à chaud se colore fortement en orangé foncé.

L'acide acétique à chaud se colore très fortement en grenat foncé.

L'alcool éthylique se colore très fortement en grenat foncé, c'est le meilleur solvant.

L'alcool amylique se colore fortement en grenat foncé.

La glycérine à froid se colore faiblement et lentement en rouge violacé visible sous les glumes après vingt-quatre heures.

La glycérine à chaud se colore fortement en grenat foncé.

L'éther (oxyde d'éthyle) se colore très faiblement.

L'éther acétique se colore en grenat.

L'acétone se colore en rouge grenat.

Les corps gras, huiles et graisses, sont sans action.

Les carbures, éther, essence et huile de pétrole, benzine, toluène, xylène, sont sans action.

La pyridine dissout parfaitement le colorant.

La soude donne une solution violette.

Les solutions alcalines dissolvent le colorant. Les solutions sont violettes, mais elles foncent très vite, et s'altèrent. On sait que les solutions alcalines des tanins et des matières colorantes végétales s'oxydent et s'altèrent très rapidement.

Les solutions bouillantes de bisulfite de soude dissolvent le colorant. La solution à 2 p. 100 donne de bons résultats.

Le colorant soluble à chaud dans l'acide sulfurique ou chlorhydrique ne précipite pas par l'eau. Ces solutions acides saturées par l'ammoniaque donnent un précipité violet soluble dans l'acide acétique en orangé. Par évaporation, ce produit violet se reforme, l'acide acétique est donc chassé par le colorant qui peut s'unir aux alcalis.

La soude additionnée d'hydrosulfite, en solution dans l'eau et à chaud, donne une coloration intense. Le produit s'altère, se décolore par altération et se recolore ensuite en brun à l'air.

La solution orangée acide du colorant, traitée par le zinc, devient jaune par réduction. (*L'acide sulfurique*, en présence du zinc, produit de l'hydrogène, qui, à l'état naissant, est un réducteur puissant.) Ce colorant jaunit par réduction, se recolore en jaune orangé, à l'air.

Le composé ammoniacal violet est *insoluble* dans l'alcool éthylique, insoluble dans l'alcool amylique, soluble en rouge dans l'acide acétique, soluble en rouge brun dans l'acide sulfurique.

Les glumes, épuisées par l'eau acidulée par l'acide sulfurique, sont traitées par le carbonate de soude en solution.

La liqueur colorée en violet rouge foncé précipite en brun rouge par l'acide chlorhydrique. Le précipité lavé et séché est amorphe. Il est partiellement soluble dans l'alcool en brun rouge. Il fonce un peu de nuance par le perchlorure de fer.

Épuisement par l'alcool. — Les 175 grammes de glumes desséchées sont épuisés en deux fois par 1.500 centimètres cubes d'alcool à 95°.

La liqueur alcoolique concentrée est colorée en grenat intense.

Elle précipite par l'eau en totalité; il reste en solution une très petite quantité d'un produit blanc cristallisable. Le précipité grenu est rouge foncé, brun rouge quand il est séché à basse température, plus noir quand il est séché à 100°. Il est d'un aspect un peu plus résineux.

Le précipité est soluble dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique. La solution est rouge orangé, pelure d'oignon, semblable à celle de l'épuisement direct par l'eau acidulée.

Il se sépare un produit violet rouge d'aspect résineux.

L'ammoniaque donne une coloration violet rouge peu marquée tandis qu'elle est finalement violette avec précipité violet et liqueur brun violacé dans les liqueurs acides.

L'extrait alcoolique, traité à chaud par l'acide nitrique étendu, se colore en jaune et donne une masse d'aspect résineux qui, avec l'ammoniaque, donne des aiguilles blanches caractéristiques, renflées au milieu.

L'extrait alcoolique évaporé, sec, se dissout dans l'eau alcoolisée, dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique; il se dissout parfaitement dans la pyridine.

La solution chlorhydrique évaporée à sec laisse la matière colorante et un produit blanc qui cristallise en arborescences (acide élagique?), ce produit est soluble dans l'eau et cristallise aisément; je me réserve de l'étudier quand les circonstances me le permettront.

Le produit extrait par l'alcool évaporé à sec pèse 4 gr. 8 pour les 200 grammes primitifs de glumes, soit 2,4 p. 100.

Il présente quelques grains cristallins rouges et quelques gouttelettes de cire que l'éther lui enlève avec des traces de la matière rouge.

Le produit-résidu de l'épuisement alcoolique traité par l'acé-

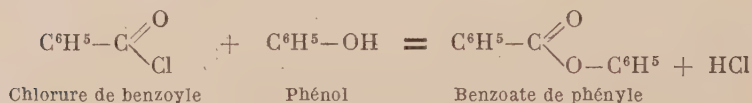
tone est scindé en deux parties, l'une immédiatement soluble, l'autre peu soluble bien qu'elle se dissolve entièrement à la longue dans un excès de solvant.

Réactions. — Les diverses réactions sont les mêmes que pour la matière brute extraite directement. La partie la moins soluble donne avec le chlorure de benzoyle un dérivé benzoylé cristallisable non azoté.

Cette réaction est propre aux phénols et aux alcools dont les H des groupes oxhydriles OH sont susceptibles d'être remplacés par un métal ou par des restes de molécules acides, en la circonstance par le reste $C^6H^5 - C'''$ (benzoyle) de la molécule acide benzoïque,



d'après la formule générale :



en prenant le phénol comme type le plus simple.

Mode opératoire. — Dissoudre une petite quantité du produit à examiner dans la pyridine, dans un tube à essais, y ajouter une petite quantité de chlorure de benzoyle, et chauffer au bain de sable. On prélève une goutte du produit qu'on examine au microscope pour suivre la réaction ; il se fait un dérivé benzoylé caractéristique qu'on fait cristalliser dans l'alcool et qu'on purifie, en l'essorant sur une plaque de porcelaine poreuse, par cristallisations successives.

La partie la moins soluble dans l'acétone donne avec l'acide chlorhydrique et l'aldéhyde formique la réaction des tanins catéchiques avec formation d'un produit de condensation rouge brun (réaction de Ferdinand Jean et Stiasny décrite plus bas).

La portion la moins soluble traitée par SO^4H^2 concentré se dissout et ne précipite plus par l'eau, la solution se colore en violet par l'ammoniaque; au bout d'un certain temps un sel ammo-

niacal violet brun précipite en produisant la décoloration de la liqueur.

1^o Le colorant présente les réactions caractéristiques des phlobaphènes (rouges tanniques), ces produits rouges sont très répandus dans les végétaux (chêne, quinquina, ratanhia).

2^o La portion immédiatement soluble est hygrométrique, elle ne contient pas de sucres réducteurs. Evaporée à sec, reprise par l'alcool et traitée par l'acétate de plomb alcoolique elle donne un précipité d'un brun chaud. La liqueur filtrée précipite encore par l'acétate de plomb et donne un précipité gélatineux jaune clair.

Comme nous l'avons vu, ce produit, résidu de l'épuisement alcoolique, est soluble dans les solutions alcalines, comme les phénols, soluble dans les solutions d'acides sulfurique, chlorhydrique, acétique.

Ces solutions se colorent ou précipitent par les solutions de sels métalliques en donnant des sels de ces métaux. Ces sels, qu'on peut fixer sur les tissus animaux ou végétaux, sont utilisables en teinture.

Précipités sous forme de laques, essorés et mélangés de gomme et de glycérine, ils peuvent être utilisés en peinture à l'eau ou bien séchés et broyés à l'huile, utilisés en peinture à l'huile. La laque d'étain est d'une jolie teinte.

Enfin la réaction du formol chlorhydrique de Ferdinand Jean et Stiasny (décrite plus bas), caractéristique des tanins catéchiques, est une preuve de plus que nous sommes ici en présence d'un tanin, produit phénolique condensé, dont la perte en eau donne des phlobaphènes, matières de moins en moins solubles à mesure que la perte en eau est plus forte. Ce sont ces phlobaphènes qui constituent la matière rouge foncé des glumes, soluble seulement dans les alcalis.

Description de la réaction de Ferdinand Jean et Stiasny.

— C'est actuellement la seule méthode permettant de diviser les tanins en deux grands groupes :

1^o *Les tanins catéchiques, précipitant en totalité à l'ébullition en présence de formol chlorhydrique ;*

2° *Les tanins pyrogalliques ne précipitant pas du tout ou précipitant très peu* à l'ébullition en présence de formol chlorhydrique. Cette méthode est d'un grand secours dans l'analyse des extraits tanniques.

Mode opératoire. — Dans une fiole conique d'Erlenmeyer, mettre 50 centimètres cubes de la solution tannique contenant environ 1 à 2 grammes p. 100 de tanin, y ajouter 10 centimètres cubes de formol (aldéhyde formique à 40 p. 100) et 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, boucher la fiole avec un bouchon muni d'un tube à condensation, faire bouillir dix minutes.

Si le tanin est catéchique pur il précipite complètement.

Si le tanin, au contraire, est pyrogallique, la solution reste claire.

S'il y a mélange, le tanin catéchique est entièrement précipité et le tanin pyrogallique reste dissous dans la solution claire. On peut faire la réaction en petit dans un tube à essais en réduisant au dixième ou au vingtième les quantités. Il était intéressant de savoir si le produit primitif benzoylé est azoté ou non. J'ai fait cette recherche de l'azote par la méthode de Lassaigne.

Une parcelle du produit benzoylé cristallisé est placée dans un petit tube d'environ 5 millimètres de diamètre et long de 6 à 10 centimètres, avec un fragment de sodium au moins quatre fois plus gros. On chauffe (en évitant de tourner vers soi l'orifice du tube à cause des projections toujours dangereuses) jusqu'à fusion du métal, puis au rouge sombre, jusqu'à destruction des substances goudronneuses. Le tube encore chaud est plongé dans un verre contenant 3 à 5 centimètres cubes d'eau distillée. Il se brise. Le contenu est délayé dans l'eau. Le tout est filtré sur du coton de verre qui retient les parties solides, et le résidu est lavé avec 1 centimètre cube d'eau environ.

Il est bon de se protéger contre les projections lorsqu'on plonge le tube dans l'eau.

Le sodium réduit la matière organique azotée qui donne finalement du *cyanure de sodium* soluble dans l'eau.

Les cyanures alcalins sont décelables par les réactions suivantes :

1° Coloration bleue ou précipité de bleu de Prusse, lorsqu'on

chauffe légèrement une partie du liquide très alcalin avec un petit fragment de cristal de sulfate ferreux gros comme une tête d'épingle et une goutte de solution de perchlorure de fer et qu'on acidifie la solution alcaline avec de l'acide chlorhydrique dilué, en suivant la réaction au papier de tournesol.

Le bleu de Prusse, dû à l'action du ferrocyanure de sodium formé sur l'excès de sel de fer, en partie à l'état ferrique par oxydation à l'air, et par l'addition de perchlorure de fer, indique la présence de cyanure et de la matière azotée cherchée. On doit toujours opérer en présence d'un léger excès de fer. S'il y a des traces d'azote organique, la liqueur se colore en bleu, en bleu verdâtre ou en vert bleuâtre. Si le produit examiné n'est pas azoté, la solution reste rougeâtre, couleur du sel ferrique.

2° On fait bouillir la solution alcaline avec 3 ou 4 gouttes de sulfure d'ammonium ; après refroidissement on acidifie par HCl dilué, on fait bouillir pour chasser H^2S , on filtre le liquide laiteux pour enlever le soufre, on refroidit et on ajoute goutte à goutte une solution diluée de perchlorure de fer. Il se produit une coloration rouge caractéristique, si on se trouve en présence d'un cyanure, résidu de la matière azotée primitive.

Le produit benzoylé cristallisé ne donne ni la réaction bleue du bleu de Prusse, ni la réaction rouge du sulfocyanure de fer, on peut donc conclure qu'il n'est pas azoté, et que le colorant primitif n'est pas azoté.

On peut donc dire que cette matière colorante, se rattachant aux tanins qui se rattachent eux-mêmes aux phénols, donne des sels avec les alcalis, des laques avec des métaux, comme les tanins donnent avec le chlorure de benzoyle un produit cristallisable (réaction caractéristique des phénols).

Ce produit benzoylé n'est pas azoté.

CHAPITRE XIX

TECHNIQUE DE LA TEINTURE

I. Mordant de chrome pour soie. — *Préparation.* — 1° On précipite l'alun de chrome ou le sulfate de chrome par le carbonate de soude ;

2° On recueille sur une toile l'hydrate de chrome formé. Il contient 60 à 70 p. 100 d'eau quand il est égoutté ;

3° On dissout l'hydrate de chrome dans l'acide acétique ordinaire courant à 8° ;

4° On sépare l'oxyde de chrome en excès par filtration et on peut l'employer tel quel. On obtient un mordant plus fort en saturant par le carbonate de soude sec (sel Solvay).

Application. — On laisse la soie vingt-quatre à quarante-huit heures en contact en évitant que la soie ne sorte du liquide, on lave sommairement, et on teint.

II. Mordant d'alun pour soie. — *Préparation.* — Une solution saturée d'alun est neutralisée par le carbonate de soude jusqu'à léger précipité persistant.

Application. — On laisse la soie en contact pendant vingt-quatre à quarante-huit heures, en évitant qu'elle subisse le contact de l'air.

Teinture de la soie. — *Décreusage.* — La soie est d'abord décreusée et blanchie avec 20 p. 100 de son poids de savon pen-

dant une heure et demie au bouillon, puis bien rincée à l'eau de pluie, ou à l'eau pure, exempte de sels calcaires ou métalliques.

Teinture. — La teinture se fait au bouillon en bain acide sulfurique en étendant d'eau le liquide d'extraction à 0,5 p. 100 d'acide. On peut au besoin concentrer le liquide et le saturer en partie par le carbonate de soude. La teinte monte vite.

La couleur « saumon » s'obtient en teignant la soie décreusée, au bouillon, avec le jus d'extraction à 0,5 p. 100 d'acide sulfurique.

Les tons « amarante » s'obtiennent au bouillon en ajoutant au jus d'extraction à 0,5 p. 100 d'acide sulfurique, de la dissolution d'étain et de la crème de tartre (bitartrate de potasse), plus ou moins, selon la teinte à obtenir. La belle teinte amarante s'obtient avec du bichlorure d'étain dont l'excès d'acidité a été chassé par dessiccation au bain-marie, et de la crème de tartre, rinçage, puis teinture au bain peu acide.

Les tons vieux rose s'obtiennent de la même façon en ajoutant un peu d'excès de dissolution d'étain et de l'acide oxalique.

En teignant d'abord en liqueur oxalique et en ajoutant la crème de tartre et la dissolution d'étain, on obtient un ton très voisin de l'écarlate.

Teinture sur laine.

Mordant de chaux pour laine. — On sait que diverses substances augmentent l'affinité de la laine pour les colorants : le chlore, les alcalis, le bisulfite de soude, la chaux sont dans ce cas.

Le chlore et le bisulfite sont employés *industriellement*. Les alcalis caustiques attaquent facilement les fibres animales et sont dangereux à employer.

La chaux, qui donne de si remarquables résultats, n'est pas employée et c'est dommage, car l'affinité de la laine pour les colorants est considérablement augmentée par le traitement à l'eau de chaux.

D'après Valette, la laine placée dans de l'eau de chaux saturée

à 1 gr. 34 de chaux par litre, absorbe 2 gr. 40 p. 100 de chaux de son poids; son maximum est atteint au bout de six heures de contact.

La quantité de chaux absorbée n'augmente pas sensiblement après plusieurs jours. Une très faible partie de la laine se dissout en se combinant à la chaux. Les substances kératiniques, soie, laine, poils, corne, se gonflent et se dissolvent dans les alcalis.

La laine placée dans les mêmes conditions dans l'eau de baryte, de strontiane, de lithine, absorbe également ces oxydes dans les proportions de : 3 gr. 69 p. 100 de baryte, 2 gr. 4 p. 100 de strontiane, 0,7 p. 100 de lithine.

Un avivage d'une demi-heure à l'acide chlorhydrique à 1 p. 100 en fait disparaître toute trace de chaux ou de ces oxydes. Les cendres normales diminuent même de poids.

Les laines teintées immédiatement après passage en chaux ont pour les divers colorants une affinité beaucoup plus grande que la laine non traitée; affinité supérieure même à la laine chlorée, pour laquelle on ne peut pousser l'action du chlore, qui détériore la fibre.

Les nuances obtenues sont bien plus corsées et résistent mieux au frottement.

L'action est maximum pour la chaux et la baryte, moindre pour la strontiane et minime pour la lithine. La fibre est mouillée plus rapidement par l'eau. L'avivage acide ne modifie pas ces propriétés.

L'affinité est donc due à une modification de la fibre et non à la présence de l'oxyde. L'attraction pour les colorants se manifeste même en solution alcoolique. Elle persiste également après blanchiment à l'eau oxygénée.

Les matières en suspension dans l'eau et dans l'alcool sont attirées plus vivement que par la laine ordinaire.

Pratiquement, on fait de l'eau de chaux avec de la chaux éteinte, on laisse déposer et on mouille entièrement la laine en ayant bien soin de l'immerger complètement dans le liquide, on la remue de temps en temps. On la retire au bout de six heures ou d'une nuit; on la rince et on la passe ensuite en bain acide chlor-

hydrique blanc exempt de fer, à 1 p. 100 d'acide. On rince encore à fond et on peut teindre.

J'ai cru bon de détailler ce procédé qui est peu coûteux, facile à employer et qui donne des résultats excellents. On peut d'ailleurs employer les autres mordants ensuite, suivant les teintes à obtenir, comme pour la laine qui n'a pas été traitée par l'eau de chaux.

Mordançage au bichromate de soude et à l'acide sulfurique pour laine. — Le mordant est proportionné au poids de la laine.

Bichromate de soude	5 p. 100	} du poids de la laine.
Acide sulfurique.....	10 —	

On fait bouillir une heure, dans une quantité d'eau suffisante pour qu'elle couvre bien la laine, jusqu'à coloration brune, on conserve humide et à l'abri de la lumière jusqu'au moment de la teinture.

Mordançage au bichromate de soude, crème de tartre, sur laine. — Le mordant est composé de :

Bichromate de soude	5 p. 100	} du poids de la laine.
Crème de tartre	10 —	
(bitartrate de potasse)		

On fait bouillir dans une quantité d'eau suffisante pour que la laine puisse être remuée facilement.

On fait bouillir, en portant doucement à l'ébullition, pendant une heure environ.

La laine devient gris verdâtre et le bain s'épuise.

Il est bon de conserver les écheveaux humides jusqu'à la teinture. En séchant, la laine mordancée perd une partie de son affinité.

Teinture sur mordant « bichromate de soude, crème de tartre ». — Il est nécessaire de neutraliser la teinture mère presque complètement, avec du carbonate de soude.

On ajoute petit à petit la teinture en solution presque neutralisée.

On teint à l'ébullition. La laine mordancée au chrome a une

grande affinité pour la matière colorante, qui donne sur laine des teintes « bordeaux ».

Mordantage à l'alumine. — On fait bouillir pendant une heure environ la laine avec 20 p. 100 de son poids de sulfate d'alumine neutralisé au carbonate de soude, sans amener la précipitation de l'alumine. Il faut avoir du sulfate d'alumine exempt de fer.

Il vaut mieux garder humide dans un endroit frais, à la cave par exemple, en attendant de teindre.

Teinture sur mordant d'alumine. — On teint directement la laine humide, ou bien on mouille à l'eau chaude la laine mordancée, qui est séchée. Dans les deux cas, on la fait bouillir une heure environ avec la solution de colorant faiblement acide.

La teinte monte vite, on obtient des nuances *du vieux rose au violet foncé rabattu*.

La laine à la chaux mordancée à l'alun-crème de tartre donne une teinte *saumon foncé* très corsée.

Mordant d'étain pour laine et soie.

Préparation. — Le mordant ou dissolution d'étain, très employé dans l'écarlate de cochenille, est obtenu avec :

Etain pur	10 p.
Acide nitrique pur à 34°	80 p.
Chlorhydrate d'ammoniaque	10 p.

On mélange l'acide nitrique et le chlorhydrate d'ammoniaque, puis on ajoute l'étain petit à petit. Des vapeurs nitreuses se dégagent en abondance et la température s'élève fortement. Quand l'étain est entièrement dissous, la solution est prête pour l'emploi.

Application. — La laine est mise à bouillir dans une quantité d'eau suffisante contenant la dissolution d'étain (10 p. 100 du poids de la laine) et du bitartrate de potasse (20 p. 100 du poids de la laine) pendant trois quarts d'heure ; la laine est ensuite lavée rapidement et séchée.

La teinture est faite le lendemain avec la dissolution acide du colorant (acide sulfurique à 0,5 p. 100), elle donne une *teinte*

amarante, très riche et très intense, qui monte rapidement. Le mordantage à la *dissolution d'étain seule* sans crème de tartre donne une *teinte brique très agréable*.

Lorsqu'on teint directement la laine avec la dissolution d'étain et la crème de tartre sans mordantage préalable, on obtient des teintes variant du *ponceau au saumon* et à la *couleur chair*. Il se forme dans le bain de teinture une laque qui, déposée et lavée, prend une belle couleur *rouge orangé*.

D'une manière générale, si on teint après mordantage à la dissolution d'étain-crème de tartre, peu acide, rinçage rapide et séchage, avec une solution du colorant presque neutralisée, par conséquent peu acide, on obtient la couleur amarante; si on teint avec la dissolution du colorant non neutralisée, après mordantage, rinçage et séchage, on obtient des *teintes brique et chaudron*.

En résumé :

- 1^o Bain peu acide: teinte amarante ;
- 2^o Bain acide : teintes brique et chaudron.

Mordants doubles.

Préparation. — Comme leur nom l'indique, les mordants doubles sont composés de deux mordants. Le suivant m'a donné de bons résultats :

Dissolution d'étain	1 centimètre cube
Alun	5 grammes
Crème de tartre	10 —
Pour laine	20 —

Application. — On fait bouillir pendant trois quarts d'heure, on lave et on laisse sécher.

Teinture. — On teint en solution sulfurique en présence d'acide oxalique, la teinte obtenue est un *vieux rose foncé* très agréable.

Bruniture. — On appelle « bruniture » le virage obtenu avec un sel métallique, fer, cuivre, chrome, pendant ou après l'opération de la teinture.

Avec le Sorgho :

Les teintes brunes, kaki plus ou moins foncé, beige, s'obtiennent par bruniture au bichromate de soude à l'ébullition en concentrant plus ou moins suivant la teinte à obtenir.

Les teintes grises plus ou moins foncées s'obtiennent de la même façon avec l'acétate ou le pyrolignite de fer, et le bain est sensiblement neutralisé. Il en est de même des teintes obtenues avec l'acétate ou le sulfate de cuivre.

Observations. — Les teintures sur alun ou sur étain obtenues en milieu très acide sont rouges, tirant un peu sur l'orangé.

La teinture sur étain est rouge brique, chaudron.

La teinte amarante de l'étain s'obtient : 1^o par un mordantage au chlorure stannique dont l'excès d'acidité a été préalablement chassé par évaporation à siccité au bain-marie. Ce chlorure stannique est redissous dans l'eau, on ajoute à cette solution de la crème de tartre, on mordance à l'ébullition, on rince rapidement puis on sèche et on teint en bain peu acide ;

2^o En solution *peu acide*, après mordantage à la dissolution d'étain mélangée de crème de tartre, en neutralisant presque le liquide d'extraction de couleur au carbonate de soude.

Le lavage au savon bouillant éteint un peu les nuances, on peut après un bon rinçage les aviver ensuite par l'acide acétique. La teinte sur bichromate-crème de tartre vire au bleu violet.

Les teintes obtenues en bains très peu acides sont plus solides que celles qui sont obtenues en bains plus acides.

Pour les essais de *résistance à la lumière* j'ai choisi comme *écarte* l'écarlate de cochenille des Gobelins, obtenu de la façon suivante :

Cochenille	25 p. 100	} du poids de la laine.
Dissolution d'étain	20 —	

Dans la quantité d'eau suffisante on fait bouillir le temps nécessaire la cochenille grossièrement pulvérisée, la dissolution d'étain et la laine.

Pour les nuances corsées on va jusqu'à 50 p. 100 du poids de la laine.

Laques et peintures.

Laques stanniques. — *Laque rouge violacé.* — La liqueur acide neutralisée presque complètement est additionnée de dissolution d'étain et portée à l'ébullition.

La laque se forme en grumeaux, elle est lavée par décantation, filtrée et lavée sur filtre et séchée en évitant d'y mettre des fibres de papier qui donnent des nodules au broyage.

La laque est ensuite broyée à l'huile, à la molette ou à la machine ; ou bien employée telle quelle après addition de gomme adragante, de gomme arabique ou de gélatine, 1 p. 100 environ du poids de la couleur.

Fabrication des couleurs pour l'aquarelle. — 1^o On fait un mucilage en gonflant la gomme adragante dans l'eau ;

2^o On tamise bien ce mucilage au tamis de laiton n^o 200 ;

3^o On broie la couleur avec de l'eau glycinée à 5 p. 100 en volume. Quand le broyage est bien fait, on ajoute la portion voulue de mucilage et de gomme adragante tamisée. On continue le broyage jusqu'à mélange parfaitement intime, on peut remplacer la gomme adragante par la gomme arabique, qui donne de bons résultats.

La laque ponceau s'obtient de la même façon mais en ajoutant simplement au début de l'opération de la crème de tartre qui donne une nuance plus rouge tirant sur l'orangé.

Teinture du coton.

Le colorant seul ne prend pas sur coton. Additionné d'une très faible quantité de tanin (extrait tannique, sumac, etc...) il donne avec les différents mordants des nuances agréables, claires, bonnes pour la bonneterie.

Avec le stannate de soude	mauve lilas
Aluminate de soude.....	mauve bleuté
Pyrolignite de fer.....	gris perle
Chlorure de titane	gris rosé
Acétate de chrome.....	gris bleu
— de cuivre	gris bleu (gris verdâtre à gris bleu violacé).
Sulfate de nickel	gris perle bleuté.

Teinture du cuir.

La peau pour ganterie, rincée, est trempée dans le colorant tiède. (Industriellement on traiterait au tonneau ou à la barboteuse en bois.) Quand elle est bien imprégnée et que le bain de teinture est tiré à clair, on ajoute le sel métallique, suivant la teinte à obtenir.

Le fer, sulfate ou acétate, donne des gris plus ou moins foncés.

Le cuivre ou acétate donne des gris violacés.

L'alun ou le sulfate d'alumine donne des tons vieux rose.

Les bichromates alcalins donnent des tons bruns ou beiges.

Le mordant d'étain donne une teinte rouge lilas.

Les teintes grises, brunes et beiges sont seules à retenir.

Les peaux teintes sont neutralisées au borate de soude pour éviter un excès d'acide toujours nuisible, rincées et nourries avec une émulsion de jaune d'œuf en dissolution dans l'eau tiède.

Il faut autant que possible garder une barboteuse pour les noirs et les gris, pour éviter de tacher les autres nuances.

La teinte gris perle s'obtient facilement, elle est aussi jolie que le gris au « *sanguin* ». Le « *sanguin* » est un *vin de baies de troène* très employé en ganterie. Ce sont des enfants et des femmes qui font la cueillette des baies de troène. Avec le prix de la main-d'œuvre et les difficultés de la récolte, on pense au prix élevé de cette matière et combien il serait souhaitable qu'on la remplaçât par le produit de déchet de meunerie qu'est la glume de Sorgho.

On peut également teindre sur table de verre en ménageant une des faces de la peau, soit la fleur (côté externe), soit la chair

(côté interne). Le côté chair est teint dans les peaux de daim, de chamois et de Suède.

Mode opératoire. — On étale la peau à plat sur table de verre légèrement bombée et parfaitement lisse. On colle à l' « étire » douce et on brosse en partant du centre et en rayonnant vers les bords avec la solution du colorant qui est contenue dans une jarre en terre vernissée.

Lorsque la peau est uniformément imprégnée, on applique avec une autre brosse la solution du sel métallique qui doit donner la teinte, on rince et on essore à l' « étire » pour unifier la teinte et empêcher les nuances qui ne manqueraient pas de se former, on nourrit à l'émulsion de jaune d'œuf et on laisse sécher. Puis, on palissonne.

Les gris au fer et les bruns et beiges aux bichromates alcalins, sont les seules teintes courantes, les autres teintes sont trop fantaisie pour être employées de façon industrielle en ganterie ou chaussure, elles sont au contraire très bien pour les étoffes.

Essais de résistance à la lumière.

Chaque échantillon de laine et de soie a été exposé sur un carton blanc avec les indications. Ce carton blanc garni de bandes transversales de ces échantillons est recouvert à moitié sur toute sa longueur par un autre carton plié en deux dans le sens de la longueur et fixé en haut, en bas, au milieu, à l'aide de pinces. Cette carte ainsi préparée fut exposée au soleil d'été pendant tout un mois, en juin-juillet 1918.

Résumé.

Tous ces procédés donnent sensiblement les mêmes nuances sur laine et sur soie et aussi sur peau de ganterie blanche, et des teintes un peu différentes sur coton.

La solidité est un peu moindre sur soie, ce qui se produit généralement en particulier pour la cochenille et l'indigo.

Les nuances obtenues sur dissolution d'étain et sur mordant

de chrome ou chromatage après teinture sont particulièrement solides. Elles le sont davantage que la moyenne des colorants commerciaux. On ne peut non plus obtenir des tons violet rouge aussi solides avec aucun colorant naturel (orseille, cochenille ammoniacale).

Le mordant d'élection est le *bichlorure d'étain* qui donne de belles teintes *amarante* et *cramoisi*, vives, solides et faciles à obtenir.

La teinture sur *mordant de chrome* donne également des nuances corsées, *bordeaux* et *violet rouge*, d'une bonne qualité.

Le *chromatage après teinture* donne des *nuances brunes*, rappelant celles du *brun d'anthracène* (*anthragallol*), particulièrement solide, et équivalente comme solidité.

Toutes ces nuances sont solides au lavage. Elles virent un peu au violet sous l'influence des alcalis, mais sans baisser sensiblement de ton. On peut ramener les teintes avec un acide étendu.

Tous ces essais ont été contrôlés par mon regretté ami Valette, directeur du laboratoire des Gobelins, qui avait bien voulu faire de son côté les essais de résistance, tels qu'ils se font à la Manufacture nationale.

CHAPITRE XX

PARASITES DU SORGHO

Le Sorgho est parasité par des ennemis, tant végétaux qu'animaux, qui s'attaquent à toutes les parties de la plante.

Parasites végétaux.

Les parasites végétaux sont des *Ustilaginées* et des *Urédinées*, comme pour les autres Céréales. En outre, des *Bactriacées* comme le *Bacillus Sorghi* produisent souvent des taches rouges à l'automne sur les feuilles et les tiges des divers Sorghos. Une levure a même été signalée sur le Mil des teinturiers (Chevalier).

Les fleurs sont attaquées par l'*Ustilago Sorghi*, Link., qui cause le *Charbon du Sorgho* (voir fig. 58 et 59).

Toutes les fleurs d'une panicule sont transformées en un corps cylindrique plus ou moins régulier un peu aminci vers le haut et dépassant les glumes. Il est enveloppé d'une membrane blanchâtre plus foncée vers le haut, formant sac et soutenu, en son axe, par une petite colonne dressée (axe central ou columelle), le plus souvent simple, appartenant à la plante parasitée. C'est une petite tige de Sorgho qui s'est développée au fond de l'ovaire sous l'influence du parasite.

Ce sac se déchire à la maturité et laisse échapper une poussière foncée produite par les spores de l'*Ustilago*. Les spores sont arrondies, lisses, et germent sans donner de basidiospores, mais le fila-



Fig. 58. — Charbon du Sorgho. Panicule de Sorgho sucré parasitée par l'*Ustilago sorghi*, Link.

ment se sépare en articles cylindriques (Prillieux) et, bien entendu, dans ce cas, la plante est complètement privée de ses grains.

Les panicules sont détruites par le charbon du Millet causé par l'*Ustilago panici-miliacei*, Pers. Ce champignon se développe sur l'inflorescence, qui, restant enfermée dans la feuille supérieure, est totalement transformée en une masse noire, d'abord entourée d'une enveloppe blanchâtre. A l'intérieur, parmi la masse des spores, on distingue les débris des parties ligneuses de la panicule.

Les rameaux de la panicule sont envahis par l'*Ustilago cruenta*, Kuhii, qui les recouvre de petites tumeurs charbonneuses d'un brun rougeâtre.

Les feuilles sont parasitées par deux *Urédinées*, le *Puccinia Maïdis*, Berang. ou *Puccinia Sorghi*, Schwein., et le *Puccinia purpurea*, Cooke., qui produisent deux rouilles.

Le *Puccinia Maïdis*, Bérang., qui donne la Rouille du Maïs, produit sur les deux faces des feuilles de Maïs et de Sorgho des pustules d'un jaune brunâtre qui, postérieurement, deviennent noires, et qui restent longtemps couvertes par l'épi-



Fig. 59. — Charbon du Sorgho.

Rameaux de la panicule d'un Sorgho montrant les fleurs transformées par le parasite et en bas l'axe central ou columelle qui soutient le sac plein de spores noires du champignon.

derme. Les urédospores sont globuleuses ou elliptiques, d'un brun pâle et recouvertes de pointes.

Les teleutospores sont brunes, oblongues ou un peu en massue, plus larges à leur extrémité et portées par un pédicelle assez long.

D'après Delacroix et Maublanc (1909) cette rouille n'aurait été rencontrée que sur le Maïs. Elle serait hétéroïque et produirait sa forme œcidienne sur les *Oxalis*, *O. stricta* et *corniculata*, en Europe (Tranzschel), *O. Cymosa* en Amérique (Arthur), selon d'autres auteurs elle serait en relation avec l'*Oxalis acetosella*, L.

Le *Puccinia purpurea*, Cooke, qui sévit sur le Sorgho dans les régions chaudes et dans le Midi de l'Europe, produit sur les feuilles des taches de rouille de couleur pourprée sur lesquelles naissent de longs pédicelles.

Les feuilles, les tiges et les racines sont parfois contaminées par le *Bacillus sorghi* qui produit de grandes taches d'un brun rougeâtre. Cette maladie est connue sous le nom de *Brûlure du Sorgho*.

Enfin, en Afrique occidentale, le *Faraoro* ou *Mil des teinturiers* serait porteur d'une levure spéciale sous l'action de laquelle le Sorgho fabriquerait la matière colorante rouge utilisée par les cordonniers soudanais (Chevalier).

D'une façon générale on peut dire que sous l'influence des parasites végétaux, le Sorgho réagit en fabriquant une matière colorante rouge qui est un phénol voisin des tanins. C'est-à-dire précisément un antiseptique qui s'oppose au développement du parasite.

En Algérie, Trabut (1910) signale : l'*Ustilago Reiliana* qui forme de grosses pustules dans les panicules qui sont finalement réduites à des ramifications couvertes d'une poussière noire ; l'*Ustilago sorghi* et le *Sorosporium Ehrenbergii* ; dans le premier, les spores sont indépendantes ; dans le second, elles sont en glomérules inégaux.

Certaines années, le Douro, Dourra ou Bechna est fortement envahi et sur la majorité des panicules on trouve quelques grains déformés, allongés, qui, écrasés, donnent une poussière noire.

Les Kabyles nomment cette maladie *Akahoul*, de l'Arabe *Koheul* (sulfure de plomb), même nom que pour la carie du Blé. .

Peut être cette *carie* est-elle cause d'une maladie analogue à l'*ergotisme* qui sévit dans les populations kabyles les années d'*Akahoul*. On sait que les *Ustilago* ont, sensiblement, les mêmes propriétés toxiques et physiologiques que les sclérotés dits *ergots* du *Claviceps purpurea*, parasite du Seigle, utilisé en médecine comme *vaso-constricteur*.

Traitement. — Comme nous l'avons vu à propos des semences, il suffit de traiter les grains destinés aux semailles par le sulfate de cuivre ou le formol.

Sulfate de cuivre	3 kilogrammes
Eau	100 litres

On trempe les sacs de semence dans cette solution pendant au moins une heure; une immersion de douze et même de vingt-quatre heures ne nuit pas; tous les grains que j'ai immergés ont germé et ainsi je n'ai pas eu de panicules malades à Vanves (Seine) et pas même 1 p. 100 à Morée (Loir-et-Cher).

Pralinage. — On peut aussi *praliner* le grain avec une solution de sulfate de cuivre à 10 p. 100 et en versant la solution sur le grain en le remuant continuellement jusqu'à ce qu'il soit imprégné.

Les Américains préconisent la solution suivante :

Formol, solution du commerce	300 grammes
Eau	100 litres

On immerge les sacs de semences pendant une heure.

Bouffard a signalé qu'en Abyssinie le *mycétone* ou *piéd de Madura* est causé par des blessures légères dues aux chaumes des Douras (Sorghos à grain) après la moisson. Les indigènes qui marchent nu-pieds s'écorchent en effet très facilement sur ces chaumes durs. Ces champignons parasites vivraient sur les pailles des Sorghos dans les pays tropicaux, à la manière dont les *Discomyces* de l'*Actinomycoïse* vivent sur les pailles des Céréales des régions tempérées.

Parasites animaux du Sorgho.

Les parasites animaux sont des insectes de différents groupes : *lépidoptères*, *coléoptères*, *hémiptères*, *diptères*, *orthoptères* et des *oiseaux*.

En France et en Algérie on a signalé des larves de plusieurs lépidoptères : le *Pyrausta nubilalis* ou *Botys nubilalis* (Pyrale du Maïs) et le *Sesamia monagrioides* (Noctuelle du Maïs ou Sésamie du Maïs), qui creusent des galeries dans les tiges des Sorghos et les rendent cassantes. Les larves commencent leur action au moment des récoltes, les dégâts sont minimes mais cependant à craindre pour les Sorghos sucrés.

Les chenilles de la Noctuelle du Maïs creusent des galeries dans la moelle des tiges de Sorgho, de Maïs, de Bambous, de Canne à sucre, de juillet à septembre. La nymphose a lieu dans le sol. On constate deux à trois générations par an.

La chenille de la *Pyrale du Maïs*, appelée aussi *P. du Millet* ou *du Houblon*, a 18 millimètres de long. Elle est lisse, luisante, d'une couleur sale. Elle est surtout à craindre en mars. Les papillons apparaissent en juin ; ils ont 25 millimètres d'envergure. Leurs ailes supérieures sont d'un brun rougeâtre traversé de bandes foncées. Les ailes inférieures sont noirâtres.

Ces couleurs varient selon les sexes. Les femelles sont plus grandes que les mâles. Elles ont les ailes verdâtres. Les ailes supérieures portent trois lignes noirâtres. Les femelles pondent généralement sur les fleurs des Maïs, des Sorghos et des Millets ou sur les cônes des Houblons. La nymphose a lieu dans le sol.

Destruction. — La meilleure façon de détruire ces papillons, c'est de répandre au moment du labour 100 grammes de sulfure de calcium au mètre carré (1000 kilogrammes à l'hectare) qui dégage de l'hydrogène sulfuré sous l'action de l'acide carbonique et de l'humidité. Le sulfure de carbone a aussi donné de bons résultats, mais c'est un produit de conservation parfois dangereuse.

Moucheron du Sorgho. — *Aux Etats-Unis*, les dégâts sont surtout causés par le *Contarinia (Diplosis) sorghicola* Coq. (diptère), que les Américains appellent *Sorghum midge* (le Moucheron du Sorgho) et ensuite par les moineaux, le papillon *Nigetia sorghiella* (lépidoptère), le charançon du Riz (*Calandra oryza*) (coléoptère.) Mais les dégâts causés par le *Contarinia (Diplosis) sorghicola* sont de beaucoup les plus importants.

En 1911, W. Harper Dean a publié un mémoire sur ce moucheron qui sévit dans le sud et le sud-est des Etats-Unis. Depuis le Texas, l'Oklahoma, le Kansas, l'ouest jusqu'à l'Alabama et les Carolines à l'Est en passant par la Louisiane au Sud, ne dépassant pas le 100^e méridien à l'Ouest.

Plantes attaquées. —

Cet insecte s'attaque à tous les *Sorghos* sucrés, aux *Sorghos* à balai, au *Kafir*, au *Mil* ou *Milo* et au

Sorgho d'Alep, que les Américains appellent *Johnson Grass*.

On a également trouvé cet insecte sur le *Foxtail grass* (queue de renard), *Setaria glauca* (p. 6) et M. G. Ainslie l'a aussi trouvé attaquant une autre herbe, le *Sieglingia seslerioides*.

On peut considérer qu'aucun Sorgho sucré n'offre de résistance à cet insecte.

Description de l'insecte adulte. — Cette description est due à Coquillet :

Les antennes du mâle sont aussi longues que le corps. Celles

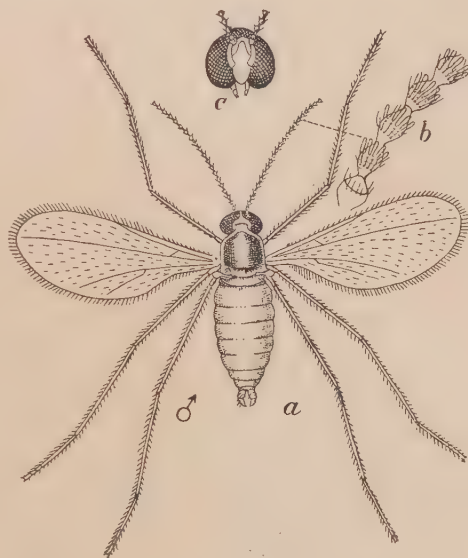


Fig. 60. — Moucheron du Sorgho = *Sorghum midge*, *Contarinia sorghicola*, Coq. : a, mâle adulte. Fortement grossi; b, articles de l'antenne, très fort grossissement; c, tête, très fort grossissement. D'après W. Harper Dean.

de la femelle ne dépassent pas la moitié du corps. Dans les deux sexes elles sont formées de quatorze anneaux. Chez la femelle, du troisième au quatorzième, les anneaux sont légèrement comprimés au milieu, sauf le dernier qui est très resserré à l'extrémité et qui se termine par un court pédoncule.

Quelques poils hérissés couvrent chaque anneau. Chez le mâle,

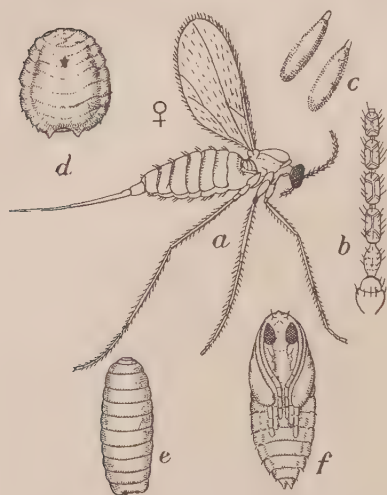


Fig. 61. — Moucheron du Sorgho = femelle adulte *Sorghum midge* *Contarinia sorghicola* Coq. : *a*, femelle adulte; *b*, articles de l'antenne; *c*, œufs; *d*, larve entièrement développée comme on le trouve dans le cocon, montrant le sternum, caractéristique du groupe des cécidomiidés; *e*, jeune larve; *f*, chrysalide; *a.d.e.f.*, fortement grandi; *b.c.*, très fortement grandi. D'après W. Harper Dean.

les troisième et quatrième

anneaux sont très resserrés.

Les portions ainsi resserrées

sont égales en longueur à

l'épaisseur de la base de cha-

que anneau. Chaque renfle-

ment porte une ceinture de

poils hérissés. Chez l'insecte

vivant la tête est jaune, les

antennes et les pattes sont

brunes, le thorax rouge orangé,

l'abdomen rouge, les ailes gris

clair. La première nervure

atteint le bord de l'aile avant

le milieu de celle-ci; la troi-

sième nervure, presque droite,

se termine légèrement au-

dessous de l'extrémité de l'aile.

La base de cette troisième ner-

vure est distincte de celle de la

première; une cinquième ner-

vure se divise en deux un peu

avant le milieu de l'aile. La

ramification antérieure se termine au milieu de la distance qui sépare l'extrémité de la ramification postérieure du sommet de la troisième nervure.

Longueur : 2 millimètres environ. Le mâle, comme l'indique la description de Coquillet, possède des antennes plus longues que celles de la femelle et différentes dans la structure de leurs anneaux. De plus les mouvements du mâle sont plus vifs que ceux

de la femelle. La femelle, au repos ou au vol, paraît plus robuste que le mâle et ses mouvements sont plus lents.

Elle possède un organe de ponte capable d'une grande extension. Souvent sa longueur est supérieure à celle du corps.

Les mesures suivantes, faites sur des femelles et des mâles moyens, permettent d'illustrer les dimensions comparées des deux sexes. Ces mesures donnent des comparaisons moyennes des deux sexes.

*Mesures comparatives des Contarinia sorghicola, Coq. mâle et femelle
(Sorghum Midge, Moucheron Sorgho).*

MESURES	Femelle adulte	Mâle adulte	MESURES	Femelle adulte	Mâle adulte
	en mm.	en mm.		en mm.	en mm.
Longueur du corps (antennes exclues)	1,78	1,22	Largeur du thorax.....	0,45	0,27
Longueur des antennes....	0,843	1,05	Longueur de l'aile	1,87	0,85
Longueur de l'oviscript ovipositor ou tarière	1,64		Ailes étendues.	4,19	1,98
Longueur totale.....	4,36	2,27			

L'œuf est petit, allongé, d'une structure cylindrique. L'une des extrémités se termine par une pointe aussi fine qu'un cheveu, qui, avant la ponte, a une longueur souvent égale à trois fois celle de l'œuf. La couleur est rose pâle ou jaune. Cette extrémité de l'œuf semble avoir une composition spéciale, son usage est inconnu. L'extrémité de l'œuf est coiffée d'un appendice qui ne peut se dissoudre ni dans le xylol ni dans l'alcool ou autre liquide dans lesquels l'œuf lui-même est dissous. Cet appendice semble différent de l'enveloppe de l'œuf. L'examen interne de l'abdomen de la femelle montre des groupes de trois à quatre œufs reliés entre eux en chaîne continue. Les appendices de ces œufs se dirigeant vers l'organe de la ponte, semblent réunis à leurs extrémités, de telle sorte qu'ils font penser à de petites grappes d'œufs réunies en un même point par les extrémités de leurs appendices.

Quand l'œuf est pondu, les appendices se recroquevillent, se

dessèchent et se contractent jusqu'au tiers de leur longueur, l'œuf a environ 0 mm. 45 de longueur.

La larve. — Il est difficile de distinguer l'œuf de la larve. La larve ressemble à l'œuf, sa teinte oscille entre le jaune pâle et le rose pâle. Elle a la même largeur dans toute sa longueur. En croissant, sa couleur varie du rose pâle au rose, puis au rouge, puis au rouge foncé. Dans un examen rapide, le corps apparaît uniformément cylindrique, mais dans un examen microscopique il paraît plus allongé à la tête et à l'extrémité postérieure. Après un certain développement on peut percevoir le sternum.

Le tableau II donne des mesures prises sur un certain nombre de larves aux divers stades de leur développement.

L'insecte reste à l'état de larve pendant onze jours.

Mesures des larves du Moucheron du Sorgho.

LARVES N°	LONGUEUR	LARGEUR	LARVES N°	LONGUEUR	LARGEUR
	en mm.	en mm.		en mm.	en mm.
1	0,15	0,075	7	0,6	0,3
2	0,1804	0,082	8	0,89	0,35
3	0,28	0,082	9	0,903	0,35
4	0,329	0,12	10	1,0	0,492
5	0,493	0,141	11	1,5	0,5
6	0,573	0,25			

La chrysalide est rouge foncé quand elle est nouvelle. Au moment où elle passe à l'état parfait, la tête et les pattes deviennent noires. L'abdomen reste rouge. Souvent un cocon très fin entoure la chrysalide.

Il est très légèrement fixé sur elle et on ne l'a jamais trouvé entourant la chrysalide quand celle-ci a quitté sa position initiale auprès de l'ovaire. Cette enveloppe a une forme elliptique un peu aplatie et une couleur brune. Au microscope, cette enveloppe est semi-transparente. Elle contient une larve entourée d'un protoplasme liquide et transparent. On peut discerner la segmentation de la larve. Le cocon permet aux larves de passer l'hiver. Les larves ainsi enveloppées apparaissent beaucoup plus

aplaties et sont extrêmement minces et délicates comme structure.

En résumé, elles sont semi-transparentes et le protoplasme est visiblement globuleux.

Vie de l'insecte. — L'éclosion des insectes adultes a lieu pendant l'été aux premières heures du matin, et dans la saison plus fraîche un peu plus tard dans la matinée. L'éclosion se fait depuis le matin jusqu'au soir ; mais elle varie suivant les différences de température. La larve, après avoir passé de sa position initiale, près de l'ovaire, à l'extrémité des barbes, augmente des deux tiers de sa longueur, puis commence à rompre l'enveloppe qui l'entoure. On peut voir l'abdomen agité d'un mouvement d'avant en arrière, la tête et le thorax agités du même mouvement jusqu'à ce que le cocon soit déchiré dans toute sa longueur. Cette ligne de déchirure n'est pas toujours parfaitement rectiligne. Elle peut être déchiquetée. La tête de l'adulte sort graduellement de l'ouverture et finalement le corps sort tout entier. Ce sont les pattes qui repoussent le cocon. Quand il est sorti de son enveloppe, l'insecte est faible et mouillé. Il s'accroche aux barbes extérieures. Au bout de dix minutes, il est devenu plus fort, ses ailes sont suffisamment sèches pour qu'il puisse voler. Le cocon reste accroché aux barbes. La proportion des femelles est trois fois plus grande que celle des mâles.

Fécondation. — Dès qu'ils sont séchés, les insectes mâles vol-



Fig. 62. — Panicule de Sorgho en état de développement, ensachée et étiquetée après sa contamination naturelle par le moucheron du Sorgho. Cette méthode est pratique aussi pour protéger les grains des ravages du moucheron, d'après W. Harper Dean.

tigent autour des panicules de Sorgho et guettent l'apparition des femelles. Dès que celles-ci sont écloses, la fécondation commence. Puis la femelle pond dans les glumes du Sorgho jusqu'à ce qu'il ne lui reste aucun œuf dans le corps, après quoi elle meurt. Toutes ces opérations sont très rapides. Elles se poursuivent jusqu'à la mort du mâle et de la femelle.

La Ponte a lieu immédiatement après l'éclosion et la fécondation. Elle est rapide. Les insectes femelles se promènent sur les panicules du Sorgho jusqu'à ce qu'elles aient trouvé un endroit favorable à la ponte. Elle commence avant l'apparition des fleurs et se poursuit pendant tout le temps que les glumes restent flexibles, c'est-à-dire pendant cinq à sept jours. Quand elle a choisi le grain, elle s'arrête à son extrémité, son abdomen se soulève et pond à l'intérieur du grain. En général, la dissection ne montre qu'un œuf. Il peut cependant arriver que plusieurs femelles pondent dans le même grain.

Place de l'œuf. — On trouve généralement les œufs près du sommet de l'ovaire. Leur position varie cependant avec l'état de développement du grain. Si la ponte a lieu quand le Sorgho est en fleurs, la femelle dépose l'œuf entre la première et la deuxième glumelles et l'œuf est trouvé tout près du sommet de l'ovaire, collé à l'une des glumes.

Lorsque les glumelles sont trop dures, on a pu observer à San-Antonio (Texas), que la ponte se faisait entre la première et la deuxième glumes externes, à égale distance de l'extrémité et de la base de ces glumes. Une dissection de ces grains montre que les œufs se trouvent sur la face interne de la deuxième glume externe. Il est très douteux que la larve, naissant dans ces conditions, puisse arriver jusqu'à l'ovaire.

Où se trouve la larve. — Aussitôt après son éclosion, la larve cherche à atteindre l'ovaire. Elle se développe sans changer de place. Elle reste contre l'ovaire la tête dirigée vers l'extrémité des glumes.

Elle vit aux dépens des principes de l'ovaire. On peut remarquer une faible décoloration de l'ovaire au contact de la larve. Cette décoloration s'accroît à mesure que croît la taille de la larve.

La chrysalide conserve la même position que la larve, la tête toujours dirigée vers le sommet des glumes.

Nombre de générations. — Difficile à déterminer.

La longueur de la vie de l'insecte adulte est de vingt-quatre heures environ chez le mâle et de quarante-huit heures environ chez la femelle. La longévité est liée au nombre d'œufs qu'elle peut pondre. La dissection montre qu'une femelle peut pondre de 12 à 100 œufs.

Hivernage. — La vraie forme hivernale de l'insecte est la « larve en cocon » (cocooned larva). C'est la seule forme qui



Fig. 63. — Moucheron du Sorgho. Sorghum midge, « Larve en cocon ». Forme bibernante du moucheron très grossie, d'après W. Harper Dean.

résiste à un froid intense et puisse permettre la continuation de l'espèce. La chrysalide normale sans cocon résiste à une basse température et se transforme en insecte parfait si on la soumet à une température favorable. La « larve en cocon » résiste à l'hiver et donne au printemps la « chrysalide en cocon » et, plus tard, l'insecte adulte. En général, pendant l'hiver on trouve surtout des larves entourées d'un cocon.

Relation entre le « Johnson grass » (herbe de Johnson), Sorgho d'Alep (*Sorghum halepense*, Pers.) et la vie de l'insecte. — Le « Johnson grass » (Sorgho d'Alep) qui existe dans les champs de Sorgho, porte l'insecte jusqu'au printemps. Cette plante fleurit avant le Sorgho et par suite au moment de la floraison de ce dernier une grande quantité de mouchérons sont prêts à infester le Sorgho. Cette herbe est considérée comme un fléau pour la ferme.

Ennemis du moucheron du Sorgho. — Souvent ce moucheron est parasité par un petit hémiptère noir, l'*Aprostocetus diplo-*



Fig. 64. — *Aprostocetus diplosidis*, Crawf., femelle à gauche, mâle à droite. Hyménoptère parasite du moucheron du Sorgho, très grossis, d'après W. Harper Dean.

sidis Crawf., et par un autre plus petit encore que Crawford a déterminé comme un *Tetrostichus* sp.

En Louisiane l'ennemi le plus important de ce moucheron est la fourmi d'Argentine, *Iridomyrmex humilis*, Mayr.

Les remèdes contre le moucheron du Sorgho sont :

- 1^o La destruction de *l'herbe de Johnson* (*Sorgho d'Alep*).
- 2^o Le triage des grains après la moisson ;
- 3^o La destruction des premières panicules de Sorgho attaquées ;
- 4^o L'enveloppement des panicules du Sorgho dans des sachets de papier transparent.

Pucerons du Sorgho. — Jean et André Vuillet ont publié en 1914, dans la Bibliothèque du Jardin colonial (Emile Larose, édit., Paris), une étude sur *les pucerons du Sorgho au Soudan français* : le puceron blanc du Sorgho (*Aphis Sorghi*, Theobald), le puceron vert du Sorgho (*Aphis Maïdis* Ficht.).

Ils préconisent :

1. — La lutte directe contre l'*Aphis Sorghi*, le plus dangereux des parasites ;
 - a) Par la destruction aussi complète que possible des plantes

contaminées et, en général, la destruction par le feu des *tiges*, *chaumes* et *racines* du Sorgho qui hospitalisent les parasites.

b) Le remplacement, dans les cultures, du gros Mil (*Sorghum*



Fig. 65. -- Puceron vert du Sorgho, *Aphis maidis* (Fabr.), femelle aptère, gross. 19 env. ~

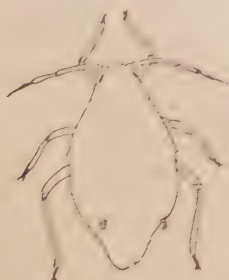


Fig. 66. -- Puceron blanc du Sorgho, *Aphis sorghi* (Theob.), gross. 18 env.

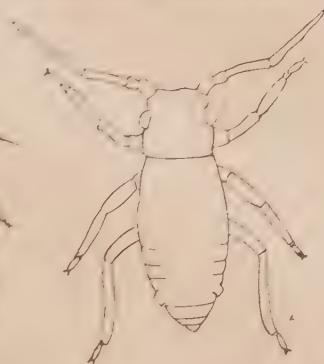


Fig. 67. -- Jeune puceron blanc du Sorgho, *Aphis sorghi* (Theob.), gross. 45 env.

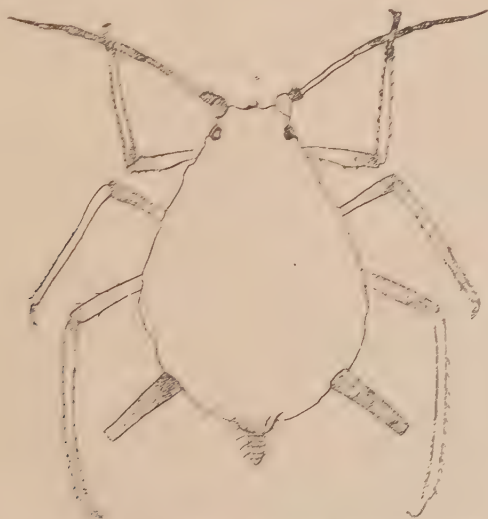


Fig. 68. -- *Siphonophora lepto-demire* Vuillet, femelle aptère gross. 26 env.

vulgare Pers.), par le "petit Mil" (*Pennisetum spicatum* ou *typhoïdeum* Rich.). Dans les régions où le gros Mil est particulièrement ravagé, le petit Mil ou Mil à chandelles n'est pas attaqué par ce parasite.

II. — La lutte indirecte, qui complète, consiste en la culture de quelques pieds de *Leptademia lancifolia* (Decaisne) Asclépiadées. Cette plante, spontanée au Soudan (1), est fréquemment parasitée par un aphidien (puceron) (*Siphonophora leptademiæ*); qu'on n'a jamais rencontré sur le Sorgho.

Plusieurs *coccinelles* polyphages vivent aux dépens des pucerons du Sorgho en même temps que des pucerons du *Leptademia*, comme ce dernier ne s'attaque pas au Sorgho et que le *Leptademia*, malgré la sécheresse, reste toute l'année en végétation, on pourrait entretenir et développer les coccinelles ennemies des pucerons en permettant au puceron du *Leptademia* de les alimenter pendant la saison sèche. De cette façon, dès que les pucerons du Sorgho apparaîtraient, ils seraient vite décimés par leurs ennemis.

Les charançons attaquent aussi le Sorgho. Ce sont de petits coléoptères de la famille des Rhynchophores (porteurs de becs), type de la famille des Calandrites, qui sont caractérisés par : un rostre cylindrique un peu épais, moins long que la tête et le corselet réunis, portant des antennes de neuf articles, dont les deux derniers seulement forment la massue. Ce groupe renferme un grand nombre d'espèces, la plupart des pays chauds, quelques-unes remarquables par leur grande taille, toutes vivent au dépens des végétaux et il en est de fort nuisibles : la *Calandra* ou *charançon du Blé* et le *charançon du Riz*.

Le *charançon du Blé* est long de 3 millimètres, sa forme est allongée, sa couleur d'un brun noir, le corselet est de la longueur des élytres, fortement ponctué, les élytres ont des stries finement ponctuées ; les pattes sont courtes et fortes. On rencontre ce petit charançon dans les greniers, les granges et les magasins où il se multiplie d'un façon prodigieuse. Vers les premiers jours de mai, sous nos climats, plus tôt dans le Midi, la femelle entre dans un tas de Blé, perce un petit trou à la surface du grain et y insère un œuf, puis passe à un autre grain et ainsi de suite. Elle dépose un seul œuf dans chaque grain. Comme sa fécondité est prodigieuse

(1) Les feuilles sont utilisées parfois pour préparer des sauces, les indigènes en font des infusions médicamenteuses.

une seule femelle suffit pour envahir un tas de Blé. De chaque œuf naît une petite larve sans pieds, longue d'environ 2 millimètres, à tête écailleuse, armée de deux petites mâchoires cornées.

Elle s'enfonce aussitôt dans le grain où elle trouve vivre et couvert, après avoir soigneusement bouché le trou par lequel l'œuf avait été introduit. Elle vit ainsi dans le grain dont elle dévore la substance jusqu'à ce qu'il ne reste plus que l'enveloppe ou son. Elle s'y transforme en nymphe puis bientôt en insecte parfait, qui sort alors de sa retraite pour aller pondre sur d'autres grains.

Ce fléau de nos magasins et de nos greniers se multiplie d'une façon si intense qu'un couple peut donner en quatre ou cinq mois d'été plus de 6.000 petits charançons. Aussi les dégâts qu'ils causent sont-ils vraiment effrayants. Il faut avoir vu des sacs noirs de ces charançons et le sol saupoudré de ces maudites bestioles pour se rendre compte du mal qu'ils peuvent faire. J'ai vu des tas de Blé et de Maïs et des sacs de Sorgho dont les grains creux laissaient sortir une poussière grisâtre et ce spectacle attristant pour la fortune française me faisait désirer trouver un remède pour cette calamité.

Destruction du charançon. — On a préconisé divers procédés de destruction. Le sulfure de carbone semble avoir donné d'assez bons résultats.

J'ai essayé pendant l'été (1921), l'action du *tétrachlorure de carbone* qui m'a donné d'excellents résultats à la dose de 200 grammes par mètre cube de capacité et en local clos, bien étanche, fût bondé, silo, etc...

La *chloropicrine* (1) m'a donné des résultats tout à fait remarquables.

Sous tente, à la dose de 10 grammes au mètre cube de capacité, j'ai obtenu la destruction radicale des parasites sur deux tas de 15 tonnes d'Avoine chacun.

(1) Préconisée par G. Bertrand, Brocq-Rousseux, Dassonville, Veyssièrre et Piédallu.

J'opérais de la façon suivante :

Les sacs de grain étaient rangés en tas d'environ 2 mètres de haut sur 10 mètres de long environ et environ 3 mètres de large. Sur ce tas je disposais une gouttière de voliges en forme de V ou à plat avec deux petits rebords. Cette gouttière aboutissait à un plateau de bois calfaté à la glaise comme les jointures de la gouttière. La tente, à environ 2 m. 50 d'une extrémité, était traversée par une manche de même tissu qu'elle-même, cette manche dépassait de 30 centimètres en dessus et en dessous et la base de la manche tombait dans la gouttière, lorsque la tente était posée sur les sacs.

Cette tente était soutenue par des arceaux de bois munis d'une perche ou d'une poutrelle de faitage pour les maintenir d'aplomb. La tente recouvrait le tout.

Je versais la chloropierine dans un bocal de verre à large goulot pour éviter l'entonnoir et je me tenais toujours au bord d'un quai de débarquement pour que les vapeurs lourdes de chloropierine tombent au fond de la dépression et ne me gênent pas. J'allais ensuite vider le contenu de mon flacon dans la manche de la tente en montant sur un escabeau. J'attendais deux jours et au bout de ce temps, la quantité de chloropierine restant sous la tente était tellement faible qu'elle était à peine sensible aux yeux. Une aération rapide suffisait pour chasser ce qui restait. Des chevaux nourris avec cette Avoine n'ont jamais été malades. J'ai pu faire toutes ces opérations, en petit, sans masque. Je conseillerai pourtant d'employer soit le masque A. R. S. des stocks de guerre, soit, mieux encore, le masque Tissot. L'huile d'anthracène du commerce est un bon absorbant de la chloropierine. Dans ce magasin de 75 m. $\times$ 25 m. $\times$ 4 mètres beaucoup de souris ont été trouvées mortes et aucun dégât n'a plus été constaté. En 1922, j'ai traité efficacement, en magasin et en silos aériens, environ 3.600 tonnes de blés charçonnés.

Il semble qu'avec ces produits actifs on puisse enrayer les dommages causés par ces insectes, qui sont connus depuis la plus haute antiquité pour les dégâts qu'ils causent.

En Afrique occidentale française cette question du charançon est très importante.

La construction de silos et leur désinfection s'imposent. Ces magasins serviraient d'équilibreurs entre les jours d'abondance et les jours de disette que ces grands enfants, les noirs, ne savent pas prévoir.

Un autre fléau des moissons de Sorgho sont les oiseaux, les perruches et les mange-mil. Au Soudan et au Sénégal tous les enfants des villages sont mobilisés pour servir d'épouvantails vivants. Dès la pointe du jour jusqu'à la nuit, ils frappent dans leurs mains ou sur des instruments bruyants et crient pour effrayer ces pillards de leurs moissons qui, sans cela, ne leur laisseraient pas le moindre grain.

Les moineaux parisiens ne sont d'ailleurs pas moins voraces dès qu'ils ont appris à connaître les qualités de ces grains.

Mes essais de 1917, 1918 et 1919 furent respectés par les moineaux de Vanves. Ayant laissé cette année-là quelques panicules sur pied pendant l'hiver, les moineaux affamés s'y sont d'abord hasardés et ont mangé tous les grains. En 1920 et 1921, dès la maturité des panicules, ils les ont parfaitement reconnues et m'ont dévoré toute ma récolte. A Morée (Loir-et-Cher), au contraire, les moineaux, qui n'ont jamais touché au Sorgho l'hiver, n'y touchent pas au moment de la maturité.

Il y a là, au point de vue de l'intelligence des oiseaux et de l'acquisition des habitudes, un fait curieux qui prouve bien une fois de plus que les animaux s'adaptent sous l'influence de la nécessité.

En résumé :

Les parasites végétaux sont sensiblement ceux des autres Céréales : *caries*, *charbons* et *rouilles*. On peut les combattre par des traitements appropriés au sulfate de cuivre et au formol.

Les parasites animaux sont assez nombreux. Outre les *oiseaux* pour lesquels les champs de Sorgho constituent un fief de premier ordre, les *lépidoptères*, les *coléoptères*, les *hémiptères*, les *diptères* prélèvent sur les cultures de Sorgho un large tribut qui n'est pas sans, parfois, amener la famine dans certaines régions d'Afrique.

L'acclimatation et la protection des ennemis naturels de ces parasites sont certainement le meilleur procédé de lutter que nous puissions employer, avec la destruction des vieux chaumes et des herbes qui hébergent les parasites pendant la mauvaise saison.

Pour les charançons, la conservation en silo désinfecté pourrait aussi donner d'intéressants résultats.

Les moineaux parisiens se sont adaptés au goût du Sorgho qu'ils mangent avec voracité.

CHAPITRE XXI

CONCLUSION GÉNÉRALE

Il semble que le genre *Sorghum* doive être séparé du genre *Andropogon*.

Le genre *Sorghum* est caractérisé par une inflorescence en panicule ;

Le genre *Andropogon* par une inflorescence en faux épi. Tous les Sorghos produisent dans leur jeune âge un glucoside cyanogénique, la « dhurrine ».

D'autre part, l'importance de ce groupe et de ses nombreuses variétés entre lesquelles tous les intermédiaires existent, plaide en faveur de cette manière de voir.

Nous admettrons dans le genre *Sorghum* deux espèces :

1^o L'une sauvage, le *Sorghum Halepense*, Pers. ;

2^o L'autre cultivée, le *Sorghum vulgare*, Pers.

Ces deux espèces donnent de très nombreuses variétés qui ont été énumérées plus haut.

Le Sorgho est une des plantes les plus anciennement cultivées. Comme le Blé et le Riz, elle a été modelée par les hommes suivant leurs besoins.

De Candolle penche pour une origine africaine. Un Sorgho sauvage trouvé par Schmidt dans des terrains arides de l'île San-Antonio, de l'archipel du cap Vert, lui paraît être la véritable origine des Sorghos cultivés.

Aug. Chevalier a trouvé au Soudan un Sorgho sauvage, voisin

du Sorgho annuel du Cordofan de Souakine, *Sorghum halepense æthiopicum*, Hackel, de Schweinfurt, qu'il croit être l'ancêtre des Sorghos cultivés. Plusieurs Sorghos sauvages cités ici sont dans ce cas.

On peut dire que l'Afrique renferme à peu près toutes les formes des Sorghos cultivés.

L'Inde et la Chine ont aussi de grands espaces cultivés en Sorghos depuis la plus haute antiquité.

Bien que les Egyptiens n'aient pas figuré ces plantes dans leurs tombeaux, on peut penser qu'elles ont dû servir à la nourriture de leurs classes pauvres.

Il semble que dans les bas-reliefs du palais de Sennacherib, rapportés de Kouyoundjik (ancienne Ninive) au Musée britannique par Layard, on trouve un très intéressant document figuré de ces plantes (pl. 1, A) et aussi du Mil à chandelles var. Mil en massue (*Pennisetum typhoïdeum* Rich.) (pl. 1, A).

Par leur abondance et leur régularité dans les motifs sculpturaux on voit bien qu'il s'agit de plantes cultivées très familières aux populations de ces époques reculées.

Aujourd'hui on peut dire que le Sorgho est répandu dans presque toutes les parties chaudes et tempérées du monde entier. Les Américains en ont fait un sujet d'acclimatation rationnelle et de sélection de valeur telle, qu'ils ont pu rendre habitables et prospères des pays desséchés, impropres au Maïs et au Blé.

Les Sorghos à grains se prêtent en effet à la culture en terrains secs. Certaines régions de notre Midi et de nos colonies gagneraient à développer l'acclimatation des meilleures variétés.

Les grains de Sorgho ont une valeur alimentaire intermédiaire entre le Blé et l'Avoine.

90 kilogrammes de Sorgho valent 100 kilogrammes d'Avoine et 100 kilogrammes de Sorgho valent 90 kilogrammes de Blé.

La farine de Sorgho seule n'est pas panifiable, mais mélangée jusqu'à 20 et 25 p. 100 dans la farine de Froment elle se prête très bien à la fabrication du pain. Nous en avons mangé pendant la guerre et en Italie on en incorpore encore dans le pain.

Le grain de Sorgho se prête à la fabrication de la bière et de l'alcool avec un rendement favorable.

Les glumes plus ou moins foncées, résidu de battage, de mennerie, de brasserie ou de distillerie, contiennent une matière colorante qui donne, avec des mordants variés, toute une gamme de teintes aux tons chauds qu'il serait intéressant d'appliquer aux travaux d'art, en tapisserie et dans le vêtement.

Les Sorghos sont aussi des fourrages de premier ordre. Certaines variétés ont l'avantage d'être beaucoup plus résistantes à la sécheresse que le Maïs. D'autres résistent mieux au froid que ce dernier.

On peut cultiver le Sorgho sucré hâtif de Minnesota jusque dans la région parisienne, le Douro ou Dari y mûrit ainsi que plusieurs autres variétés hâtives, par les années favorables.

Le seul inconvénient, c'est qu'il ne faut jamais faire consommer aux animaux les Sorghos jeunes et non passés fleurs. Ces plantes, qui contiennent un glucoside cyanogénique, sont toxiques pendant leur jeune âge. Cette toxicité disparaît après la floraison. Le danger a complètement disparu au moment où le grain est en pâte épaisse. Le Mil à chandelles, qui est un excellent fourrage, a l'avantage de résister à la sécheresse et de n'être jamais toxique. Il mûrit également dans la région parisienne par les années favorables.

Les Sorghos sucrés produisent également une appréciable quantité de sucre qui permet de les utiliser pour la fabrication du sirop de Sorgho, des confitures, des boissons fermentées et de l'alcool.

Le résidu de cette fabrication donne une pâte à papier qui serait très intéressante si on y ajoutait quelques fibres plus longues, et qui telle quelle est analogue aux pâtes de paille et de Maïs.

Le Sorgho à balai, cultivé dans les vallées du Rhône et de la Garonne, gagnerait à être développé en Afrique du Nord qui en importe pour ses petites fabriques d'Oran, d'Alger, de Constantine et de Bône.

La culture du Sorgho devrait être améliorée dans nos colonies.

En Afrique occidentale française, où c'est possible, on ferait du Sorgho comme assolement de l'Arachide et du Coton. Les noirs devraient être dotés de petites charrues légères trainées par des ânes et d'un petit matériel agricole approprié à ces animaux : herse, semoirs etc... L'homme quintuplerait ainsi son rendement et nous pourrions importer du Sorgho de ces régions.

Il faudrait compléter cet outillage agricole par une petite meunerie peu encombrante, mue à l'éolienne ou au moteur à gaz pauvre, alimenté par un générateur vivant sur le pays, aux coques d'Arachides, à la paille de Mil et aux déchets divers, ou encore au moteur à huile végétale.

Il faudrait également construire là-bas des silos désinfectés pour conserver les grains à l'abri des parasites.

Nous aurions ainsi en Afrique occidentale française un grenier à grains de premier ordre qui nous permettrait de libérer nos terres à Blé, d'importer moins de l'étranger et d'améliorer notre change.

Je sais bien que ce programme n'est pas l'œuvre d'un jour, mais c'est en semant des idées et en agissant qu'elles se fécondent et que la vie s'améliore.

FIN

BIBLIOGRAPHIE

- 2200 environ avant notre ère, fresque tombeau d'Amen-em-hat, XII^e dynastie à Beni-Hassan.
- 1250 environ avant notre ère, *Papyrus Anastasie* n^o IV p. 13, ligne 42 ; p. 17, ligne 4, XIX^e dynastie, Musée britannique, Londres.
- 700 environ avant notre ère. Bas-reliefs du palais de Sennacherib à Kouyoundjik, ancienne Ninivè. Musée britannique, Londres.
- 600 avant notre ère. Bible, livre d'Ezéchiel, chapitre 4, verset 9.
- 484-406 avant notre ère. HÉRODOTE, LI, ch. 193, *Herodoti historiæ*.
- 400 avant notre ère. XÉNOPHON (*Anabase*). 1, 2, 22, VI et VI, 6 I.
- 60 à 70. PLINE (Plinius Caius Secundus). 1. — *Naturalis historiae*, livre 18, chapitre 7, volume 2, p. 424, édition de 1568.
- II^e siècle. — LUCIEN (Lucianus).
851. SULAYMAN. — *Relations de voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e siècle de l'ère chrétienne*, vol. I.
916. ABU ZAYD HASAN. — *Relations de voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e siècle de l'ère chrétienne* ; vol. II.
1537. RUEL (Jean). — *De natura stirpium*, p. 320.
1542. CRESCENZI (Piero de) (Petrus de Crescentiis). — *D'Agricoltura* livre 3, chapitre 17, édition italienne de 1542. (L'original est dit avoir été écrit vers 1300.)
1542. FUCHS (Leonhard). — *De historia stirpium*, p. 772 (figure en couleur).
1546. BEMBO (prose). — Venise, fin du Livre I.

1552. TRAGUS (Bock) (Hieronymus). — *De stirpium*, p. 659-660 (figure).
1556. SCAIGER (J.-C.). — *Exotericarum exercitationum*, p. 869.
1576. L'OBEL (Lobelius) (Mathias de). — *Plantarum seu stirpium historia*, p. 25 (figure).
1583. DODOENS (Dodon) (Rembert). — *Stirpium historiae pemptades sex sive*, livre XXX, p. 499 (figure).
1583. CAESALPIN (André). — *De plantis*, p. 181.
1592. PORTA (Giambattista). — *Neapolitani villae*, p. 865.
1598. MATTHIOLE (Pierre-André). — *Opera quae extant omnia*, p. 329 (figure).
1605. BELON (Bellonius) (Pierre). — *Les observations*, traduit en latin par Clausius dans son *Exoticorum libri decem*, vol. 2, p. 154.
1613. BESLER (Basil). — *Hortus eystettensis opera*.
1623. BAUHIN (Gaspar). — *Pinax theatri botanici*, p. 26-27.
1640. PARKINSON (John). — *Theatrum botanicum*, vol. 2, p. 1136-1137 (figure d'après L'Obel).
1658. BAUHIN (Gaspar). — *Theatri botanici sive historiae plantarum*, p. 510-616.
1687. HERMANN (Paul). — *Catalogus horti Academici Lugduno Batavi*, p. 425-426.
1688. RAY (John). — *Historiae Plantarum*, vol. 2, p. 1252-1253.
1689. BREYNE (Jacob). — *Prodromus rariorum plantarum*, vol. 2, p. 72.
1696. SLOANE (Hans). — *Catalogus plantarum Jamaïcae*, p. 25.
1699. MORISON (Robert). — *Plantarum historiae universalis oxoniensis*, vol. 3, p. 196, figure 8, p. 15.
1700. TOURNEFORT (Joseph Pitton). — *De institutiones rei herbariae*, vol. 1, p. 514-515.
1707. SLOANE (Hans). — *Historia naturalis Jamaïcae*, vol. I, p. 104.
1729. MICHELI (Pier'Antonio). — *Nova plantarum Genera*, p. 35.
1737. LINNÉ (Carl). — *Hortus Cliffortianus*, p. 463-469.
1751. *Journal économique*, juillet-août (papier).
1753. LINNÉ (Carl). — 15, 2^e édition.
1763. LALANDE (De). — *Art de faire le papier*, p. 107.
1771. LINNÉ (Carl). — *Mantissa*, vol. 2, p. 301.
1775. FORSKAL (Pehr). — *Flora Aegyptiaco Arabica*, p. 174 (édition Niebuhd).
1776. *Description des Arts et Métiers*, t. IV, p. 534 et suivantes (Neuf-châtel).

1786. ARDUINO (Pietro). — *Saggi Scientificie letterari dell' Accademia di Padova*, vol. I, p. 119-140, planches 1 et 6.
1791. JACQUIN. — *Eclog Gram*, p. 18.
1791. GMELIN (J.-F.). — *Systema vegetabilium*, p. 174.
1793. DAMBOURNEY, à Rouen. — *Recueil de procédés et d'expériences sur les teintures solides que nos végétaux communiquent aux laines et aux lainages*. Nouvelle édition, an 2.
1802. KÆLER (G.-L.). — *Descriptio graminum in Gallia et Germania*, p. 28.
1804. BROTERO (Félix de Avellar). — *Flora lusitanica*, vol. I, p. 88-89.
1805. PERSOON (C.-H.). — *Synopsis plantarum*, vol. I, p. 101.
1829. GESENIUS (V.). — *Thesaurus philologicus criticus linguae hebraeae et chaldaee veteris testamenti*, Leipzig.
1830. ROBIQUET (A.) et BOUTRON-CHARLARD. — *Nouvelles expériences sur les amandes amères et sur l'huile volatile qu'elles fournissent*. (*Annales chim. phys.*, 44, 352, 382, 1.830).
1841. NEES (Ab.) ESENBECK (C.-G.). — *Florae Africae Australioris*, p. 85-87.
1845. LANGLES et REINAUD. — Texte arabe et traduction des *Relations des voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e siècle de l'ère chrétienne*. Œuvre du marchand Sulayman et de Abu-zayd-Hasan, t. I, p. 137.
1845. CHAMPOLLION. — *Monuments de l'Egypte et de la Nubie*, Didot, éditeur, Paris. Pl. CCCC, t. IV.
1848. PICKERING, p. 139.
1848. KOCH (C.). — *Sorghum truchmenorum* in KOCH (K.). — *Beiträge zu einer Flora des orientes Linnæa*. Vol. 21, p. 442-443.
1848. ROSELLINI (Gli). — *Monumenti civili del Egitto e Nubia*, pl. XXXVI, 2, texte t. I, p. 361.
1854. VILMORIN (Louis). — Recherches sur le « Sorgho sucré », *Journal d'Agriculture pratique*, 20 décembre 1854, Paris.
1854. TURRÉL (Docteur). — *Rapport sur la culture du Sorgho sucré* (Imp. Aurel, Toulon).
1855. DUBEAUREGARD. — Culture du sorgho à sucre, *Annales Agric. française*, t. 5, p. 69.
1856. MADINIER (Paul) et LACOSTE (G. de). — *Guide du cultivateur du sorgho à sucre*, Goin, éditeur, Paris.
1856. IVERNOIS (Ch. d'). — Avantage du sorgho sucré cultivé comme

- plante fourragère, *Bull. Société d'acclimatation*, 1856, 2 B., p. 163.
1856. BOURDAIS (F.). — *Guide du distillateur de sorgho à sucre*, Imp. Abadie, Constantine.
1856. LACOSTE (De). — *Lettre sur le sorgho à sucre et notes sur le sorgho à sucre*, 2 B, 1856, p. 180 et 485.
1856. SICARD (Docteur Adrien). — *Monographie de la canne à sucre de la Chine dite Sorgho à sucre* (Marseille).
1856. REDMOND (D.). — « *Sorgho sucré* » or *chinese sugar cane, its history*.
1856. LACOSTE (De). — *Guide du cultivateur du Sorgho à sucre*.
1856. HEUZÉ. — Sur le sorgho sucré, *Journ. Agric. Pratique*, p. 232
1857. OLCOTT (Henry J.) — *Sorgho and Imphée*, New-York, p. 204-212.
1857. SIMONNET (P.). — Sirop et cassonnade de Sorgho, *Bulletin Société d'Agriculture d'Algérie*, août, septembre 1857.
1857. MADINIER (Paul). — Le sorgho à sucre, *Journal L'Agriculteur praticien*, nos 11, 12, 13, années 1856-1857. Auguste Goin éditeur, Paris.
1857. VIBRAYE (Marquis de). — Emploi du sorgho comme fourrage *Journal d'Agriculture pratique*.
1857. NOUËL-VIALE. — Culture et alcool de Sorgho, *Ann. Agric. française*, t. 9, p. 41.
1857. MATHIEU (Docteur). — *Mémoire sur le Sorgho sucré*, lu au Comice agricole de l'arrondissement de Vitry, 16 mai.
1858. JACKSON. — Sur la matière saccharine du Sorgho, *C. R. A. des Sc.* premier semestre, p. 55.
1858. LEPLAY. — Distillation du Sorgho sucré, *C. R. Ac. des Sc.*, premier semestre p. 444.
1858. LEPLAY. — Distillation du Sorgho sucré, *Journal Agric. pratique*, premier semestre, p. 179.
1858. DUPEYRAT. — Le Sorgho de la Chine et la Canne à sucre. *Journal Agric. pratique*, premier semestre, p. 18, 136, 333.
1858. JOULIE. — Etude sur le Sorgho à sucre, *C. R. Ac. des Sc.*, XLIV.
1858. ITIER. — Mémoire sur le Sorgho à sucre de la province de Canton *C. R. Ac. des Sc.* XLIV, p. 18.
1858. LAURAS (M.). — Note sur le sucre obtenu du Sorgho, *Bull. Société Agriculture d'Alger*, 4^e trimestre, 1858.
1858. LEPLAY (Hippolyte). — *Culture du Sorgho sucré*. Lacroix-Baudry, éditeur, Paris.

1858. HERVÉ (Louis). — *Le Sorgho sucré*, Goin, éditeur, Paris.
1858. VILMORIN (L.). — Notes sur l'Igname de Chine et le Sorgho sucré. Extrait du journal *Bon Jardinier*.
1858. MADINIER (Paul). — Composition chimique et extraction du sucre de la canne de Sorgho, *Revue coloniale*, novembre-déc. 1858.
1858. DUMONT-CARMENT. — *Introduction et acclimatation du Sorgho dans le nord de la France*, Ledoyen, éditeur, Paris.
1858. BOURLIER (Ch.). — Rapport sur la culture du Sorgho en Algérie, *Bull. Société nat. Acclimatation*, 2 B. 408.
1858. SIMONNET (P.). — Alcoolisation du Sorgho, *Eull. Société Agriculture d'Algérie*, mai 1858.
1858. DUVIVIER. — Du Sorgho considéré comme plante fourragère, *Journal de Chartres*.
1859. DUMONT-CARMENT. — *Le Sorgho*, Jeunet, imp., Amiens.
1859. PELLON Y RODRIGUEZ (Don Julian). — Extrait d'un mémoire sur les plantes saccharines, Sorgho africain et tartare, *Bulletin Soc. Acclimatation*, mars-avril 1859.
1859. UNGER (A.). — Die Pflanzen des alten Aegypten dans Sitzung Berichte der mathem-Naturw. classe der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Band XXXVIII, 1859, p. 99-100 et pl. I, figures 6 et 7.
1859. SICARD (Docteur A.). — Etudes sur la dégénérescence dans le Sorgho sucré, *Bull. Soc. Acclimatation*, mai 1859.
1859. VILMORIN (L.). — Compte rendu des essais de culture sur les plantes de la Chine rapportées par Mgr Perny, *Bull. Soc. Acclimatation*, novembre 1859.
1860. SICARD (Docteur A.). — Etudes sur diverses plantes nouvelles, *Bull. Soc. Acclimatation*, septembre 1860.
1860. ANCA (Baron). — Notes sur la culture du Sorgho en Sicile. *Bull. Soc. Acclimatation*, 2 B, 395.
1861. PETEHN. — Le Sorgho comparé au Maïs comme fourrage, *Journ. Agric. pratique*, p. 330.
1862. ANCA (Baron). — Des avantages que représente l'emploi du sirop de Sorgho pour la fabrication des vins en Sicile, *Bull. Soc. Acclimatation*.
1863. Société régionale d'Acclimatation pour la zone du Nord-Est. *La question du Sorgho*.
1864. JOULIE (H.). — *Etudes et expériences sur le Sorgho à sucre*. Etienne Giraud, éditeur, Paris.

1865. PECH (F.) — Botanical history of Sorghum, *U. S. Dept. of Agriculture report*, 1865, p. 299-307 (7 figures).
1865. COLLINS-VARNUM (D.) — Sorgho or North Chinese Sugar Cane. *Journal North-China. Branch Royal Asiatic Society N. S.*, vol. 2, p. 85-98, décembre 1865.
1865. PETIT (Docteur A.). — Sorgho à balai et avantages de sa culture, *Journal le Sud-Est*, p. 113, mars 1865.
1866. IBN-AL-AWAM. — *Le Livre de l'agriculture*, traduit de l'arabe par J.-J. Clément-Mullet. Librairie A. Franck, Paris.
1867. STEMART -F.-L.). — *Sorghum and its products*. Philadelphie.
1870. Le Sorgho sucré de la Chine, *Journ. Agric. pratique*, 1870-71, p. 56.
1871. SOUBEIRAN (J.-L.). — Culture du Sorgho dans la Nouvelle-Galles du Sud, *Bulletin Société Nationale d'Acclimatation*, 2 B, p. 157.
1872. *Journal Agric. pratique*, Le Sorgho, I, p. 679.
1872. GIRARD (Aimé). — *Expositions internationales Londres-Papier et Papeterie*.
1877. LÉONARD. — Action de la lumière sur la production de l'amygdaline dans les feuilles de Laurier-cerise, *Journ. de Pharm. chim.* (4 s.) 23-201.
1878. WILKINSON (Sir Gardner). — *The ancient Egyptians*, vcl. II p. 396, 426, 428.
1879. LOEW (Immanuel). — *Aramaische Pflanzennamen*, in-8°, Leipzig.
1879. NIEBUHR. — *Description de l'Arabie*. In-8°, t. I, p. 215, Paris.
1880. VILMORIN (H. de). — Le Sorgho comme fourrage, *Journal Agr. pratique*, I, p. 644.
1881. *Revue horticole*, Le Sorgho sucré, p. 123.
1881. *Bon Jardinier*, Sorgho à sucre ambré hâtif.
1881. *Journal Agric. pratique*, Sorgho sucré de Chine, I, p. 221.
1881. COLLIER (Peter). — Report of analytical and other work done on Sorghum and Cornstalks, *Dept. of Agriculture, special report*, n° 33, Washington.
1881. IBN-AL-BAYTAR. — *Traité des simples*, traduction Leclerc, t. II, n° 996, p. 146-147.
1881. VILMORIN-ANDRIEUX. — *Le Sorgho sucré de Chine et le Sorgho hâtif de Minnesota*, notice 17-2, 1881.
1883. *Annali di Agricoltura*, Esperimenti Culturali fatti nel 1882 sul Sorgho ambrato, Rome.

- 1883-1884. SCHWEINFURTH. — *Neue Beiträge zur Flora des alten Ägypten Berichte der deutschen Botanik Gesellschaft*, 1883, p. 546 ; 1884, p. 360.
1884. VILMORIN (H. de). — *Journal Agric. pratique*, Sorgho sucré hâtif du Minnesota, I, p. 769.
1884. *The Sugar Hand Book a treatise on Chinese and African Sugar Canes, Treatment of Cane Juice and the apparatus for making syrup and Sugar*, Cincinnati, Blymeyer, Manufacturing Co.
1884. COLLIER (Peter). — *Sorghum, its culture and Manufacture Cincinnati*.
1884. WEBBER et SCOWELL. — *The northern sugar cane manual* Buffalo.
1885. HACKEL (E.). — Die Kultivirten Sorghum Formen und ihre Abstammung, Engler, *Botanische Jahrbücher*, vo. 7, p. 115 ; p. 126.
1885. KÆRNICKE (Friedrich). — « Andropogon Sorghum » Brot, die Mohrrhirse » in Kœrnicke, F. and Werner, H., *Handbuch des Getreidebaues*, vol. I, p. 294, 315 planche 9, figures 43 et 44.
1885. ERMAN. — *Ägypten und ägyptisches Leben im Altertum*, Tübingen, 1885, t. II, p. 578.
1885. AUDIBERT. — *Le Sorgho sucré hâtif du Minnesota*, Marseille.
1885. WERNER (Hugo). — *Mohrrhirse Andropogon Sorghum Brot.*, vol. 2, p. 909-917.
1886. WOENIG (Franz). — *Die Pflanzen in alten Ägypten*.
1887. WILEY (H.-W.). — Record of experiments at Fort Scott, Kansas in the Manufacture of Sugar from Sorghum and Sugar Canes, *U. S. dept. of Agriculture div. of chemistry*, Bulletin 14, Washington.
1887. FLOYD KING. — *J. Hon. of Louisiana*, Speech in the House of representatives (The government Sugar experiments and the Sugar trade), Washington.
1887. GUILFORD L. SPENCER. Third report of experiments in the manufacture of sugar at Magnolia Station. Lawrence. *U. S. dept of Agriculture div. Chemistry*, Bulletin, n° 15, Washington.
1888. WILEY (H. W.) Hon. NORMAN (J. Colman). — Sugar Producing Plants Record of analyses made by authority of the commissioner of Agriculture under direction of the chemist, Sorghum, Fort Scott, Kansas, Rio Grande, New-Jersey, *U. S. Dep. of Agriculture, div. of chemistry*, Bulletin n° 18.

1888. FLEURY. — « Bechena », *Algérie agricole*, p. 5618, année 1888.
1888. MADINIER (Paul). — Etude sur les Sorghos, alimentation des animaux domestiques, *l'Algérie agricole*, 15 octobre 1888.
1888. MADINIER (Paul). — Au sujet du « Sorgho petit Mil », du Sénégal, *Algérie agricole*, p. 5389, 1888.
1889. WILEY (H.-W.). — Record of experiments conducted by the commissioner of Agriculture in the Manufacture of Sugar from Sorghum at Rio Grande, etc..., *Kansas U. S. Sorghum bulletin*, n° 20.
1889. HACKEL (E.). — « Andropogonae » in de Candolle. *Monographiae phanerogamarum*, vol. 6, Sorghum, p. 499-520.
1890. SIMON (Gaston). — *Rapport au Comité d'association et le Syndicat de la presse républicaine départementale*.
1891. SACLEUX (Ch.). — *Dictionnaire français-Svaïli*, Paris.
1892. LORET (Victor L.). — *Flore pharaonique d'après les documents hiéroglyphiques et les spécimens découverts dans les tombes*, n° 24, p. 25.
1893. NEWBERRY (Percy E.). — *Beni Hassan*, part. I, pl. VI, London, in-4°, 1893.
1893. WATT (George). — « Sorghum », article *Dictionary of the economic products of India*, vol. 6, p. 277, 317.
1893. BRETSHNEIDER (Emil.). — *Botanicon Sinicum*, II, *Journal China Branch, Royal asiatic Society*, 1890-1891, vol. 25, p. 147-148.
1894. GUINET (V.). — *La Turquie d'Asie*, III, Paris.
1894. HÉBRARD (Emile). — Le Sorgho à balai, *Bulletin Société d'Agriculture de la Haute-Garonne*, février-mars 1894.
1895. HEUZÉ (Gustave). — *Les Plantes industrielles*, t. IV, Saccharifères, Librairie agricole de la Maison rustique.
1895. GEORGESON (C.-C.). — Kansas Agricultural experiment Station, *Bulletin* 5, p. 161-168.
1895. BUSCHAU (Georg.). — *Vorgeschichtliche. Botanik der Kultur und Nutzpflanzen der alten Welt*, Breslau, in-8°, 1895, pp. 63-65.
1895. MASPERO (G.). — *Histoire ancienne des peuples de l'Orient classique*. Les origines, Egypte et Chaldée, p. 66, Hachette, éditeur, Paris.
1895. GESENIUS (V.). — *Hebräisches Wörterbuch*, in-4°, 12^e édition, p. 168, Leipzig.

1895. SCHUMANN (R.). — « Durra oder Mohrrhirse » in Engler, *Die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete*, B, p. 34-50.
1895. TRABUT. — Le Sorgho vivace. *Bull. Gt. Gl. Algérie, service botanique*, Bulletin n° 10.
1895. TRABUT (Docteur). — Le Sorgho à balai. *Bull. Gt. Gl. Algérie, Service botanique*.
1895. TRABUT (Docteur). — Le Sorgho à balai, *Journal Le colon*, 15 mai 1895.
1895. RIVIÈRE (Docteur G.). — La culture du Sorgho, *Le Réveil agricole*.
1896. TREUB (A.). — Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule*, *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 13-1-89.
1896. GEORGESON (C. C.). — Kafir Corn ; characteristic culture and uses, *Farmer's bulletin*, 37, U. S. Depart. of. Agricult., p. I-II.
1897. HOOKER (J.-D.). — *Flora of British India*, vol. 7, p. 182-184.
1897. AVENEL (Vicomte d'). — *Le mécanisme de la vie moderne*, 2^e série Colin et Cie, éditeurs, Paris.
1898. *Journal Agric. pratique*, Les Sorghos, I, p. 208.
1899. COOK (O.-F.). — Seeds of Saccharine Sorghums distributed by the Section of seed and plant introduction. *Inventory n° 3 af Botany*, U. S. Dept. of Agricult.
1899. GUÉRIN (P.). — Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe de Graminées. Thèse doctorat ès-sciences, Masson, éditeur, Paris.
1899. PELISSIER (H.). — Culture du Sorgho. *Journal des Campagnes*.
1899. HEUZÉ (Gustave). — *Les plantes alimentaires des pays chauds et des colonies*. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris.
1900. LASNET (Docteur). — CHEVALIER (Aug.), CLIGNY (A.), RAMBAUD. — *Une Mission au Sénégal*. Challamel, éditeur, Paris.
1900. GEORGESON (C.-C.). — Kafir Corn, Kansas Agricultural experiment Station, *Bulletin* 93, p. 29-48, March 1900.
1901. NICHOLLS (H.-A.) *Alford*. traduit de l'Anglais par E. Raoul, Challamel, éditeur, Paris.
1901. SLADE (Henri B.). — Etude sur le principe vénéneux du Sorgho, *Nebraska Section of the American Chemical Society*, 1901.
1902. WYNDHAM (R. Dunstan). — *The chemical News*, 27 juin 1902. Etude sur les glucosides cyanogéniques.

1902. DUNSTAN et HENRY. — The great millet, *Sorghum vulgare* Pers. *Philos. Trans. of the roy. Soc. of London*, série A, 199-399-410. *Proc. roy. Soc. London*, 70-153, 154.
1902. BALL, CARLETON (R.). — Johnson Grass, Report of investigations made during the season of 1901. *Bulletin II Bureau of plant industry U. S. Dept. of Agricult.*, p. 7-11.
1902. BUSSE (W.) and PILGER (R.). — « Ueber Kulturformen der Sorghum-hirse aus Deutsch-Ostafrika und Togo », Engler, *Botanische Jahrbücher*, vol. 32, p. 182-189.
1902. DYBOWSKI (Jean). — *Traité pratique de cultures tropicales*, Challamel, éditeur, Paris.
1903. BRUNNICH. — Hydrocyanic acid in Fodder plants. *Journ. of the Chem. Soc.*, 83, 788, 796.
1903. LAMBRECHT. — Neben der Landwirtschaft der Eingeborenen im Bezirk Kilossa, *Berichte über Land und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika*, vol. I, p. 391-402.
1903. SLADE (Henry B.). — *Journal of the American chemical Society* (janvier 1903), acide prussique dans le Sorgho.
1903. LOIR (Docteur Adrien). — La bière des Cafres, *Revue d'hygiène* novembre 1903, Masson, éditeur, Paris.
1903. NEUVILLE (H.). — La bière de Sorgho des Métébélés, *Journal d'Agriculture tropicale*, octobre 1903.
1903. *West Indian Bulletin*, Le Sorgho en vert, 1903, n° 4, III.
1903. DES LANDES. — Notes sur l'Ampemby. *L'Agriculture pratique des pays chauds*, juillet-août 1903, Challamel, éditeur, Paris.
1904. TREUB (M.). — Nouvelles recherches de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes, *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 2^e série, 6, 79, 106.
1904. HEIM (F) et HEBERT (A.). — Sur la toxicité de deux Stipa, *Bull. Soc. française colonisation. Bull. Agric. col.*, juillet 1904. Les « Viscacheras », Graminées andines productrices d'acide cyanhydrique, *Bull. mens. Soc. franc. av. des Sc.* 7, 382.
1904. *Journal La Dépêche coloniale*. La paille du Sorgho à balai.
1904. BALFOUR (A.). — Insects and vegetable Parasites injurious to crops. *First Report Welcome Research Laboratories Khartoum*. p. 43-45, fig. pl. d.
1904. THEOBALD (Fred V.). — The Dura Aphis or Asal Fly (*Aphis Sorghi* nov. sp), *First Report Welcome Research Laboratories Khartoum*, p. 43-45, fig. pl. C.

1905. DUMAS (P.). — *Agriculture pratique des pays chauds*, I-II, Culture du Sorgho. Paris, Challamel, éditeur.
1905. THEOBALD (Fred V.). — *The Dura Aphis (Aphis Sorghi Theobald) Report on economic Zoology for year ending*, april 1905. (South-Eastern Agricult. College Wye), p. 121.
1905. *Revue de la Brasserie française*. La paille à balais dans l'Illinois.
1906. COSTE (Abbé H.). — *Flore descriptive et illustrée de la France, Corse et contrées limitrophes*, in-8°, Paul Klincksieck, éditeur, Paris.
1906. LOIR (Docteur Adrien). — « Les bières des Cafres », *Journal d'Agriculture tropicale*.
1906. SCHOUTEDEN (H.). — *Aphis Sorghella* Schout. Un nouvel ennemi de la doura en Afrique, *Annales de la Société entomologique de Belgique*, L, p. 135-136.
1906. BUSSE (Docteur Walter). — Bericht über die Pflanzenpathologische Expeditionen nach Kamerun und Togo 1904-1905, *Beiheft zum Tropenpflanzer*, X, n° 10 (Bd. VIII, 4-5).
1906. THEOBALD (F.-V.). — Végétal Pests. *Second report of the Welcome Research Laboratories Gordon Memorial College Khar-toum*, p. 93-96.
1906. DUMAS (P.). — *Le Sorgho dans les vallées du Niger et du Haut-Sénégal, Culture, récolte, préparation, commerce*, Challamel, éditeur, Paris.
1906. BALL, CARLETON (R.). — Saccharine Sorghums for forage, *Farmer's Bulletin*, 246, U. S., Départ. of Agriculture, p. 7-18.
1906. BENSON (C.) and SUBBA RAO (C.-K.). — The great Millet or Sorghum in Madras, *Bulletin dept. of Agricult. Madras*, vol. 3, n° 55, p. 64-91.
1906. BURKILL (I.-H.). — A proposition of a provisional classification is published by Benson and Subba Rao, *loc. cit.*
1906. WATT (George). — *Sorghum vulgare*, Pers., The great Millet or juar in India, *Agricultural Ledger*, 1905, p. 83-90, *Agric. Series*, n° 37, p. 91-97.
1907. WARBUTON (C.-W.). — The non saccharines Sorghums, *Farmer's bulletin*, 288, U. S. Dept. of Agriculture, p. 8-10.
1907. BALL, CARLETON (R.). — Sorghum, *Cyclopedia of Agriculture*, L. H. Bailey, éditeur, Etats-Unis.
1907. BALLAND (A.). — *Des aliments*, vol. I, Céréales, Sorgho, p. 418-422.

1907. TREUB (M.). — Notice sur « l'effet protecteur » assigné à l'acide cyanhydrique des plantes, *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 2^e série, 6-107-114.
1907. GUIGNARD (L.). — Sur les quantités d'acide cyanhydrique fournies par le *Phaseolus lunatus* L. cultivé sous le climat de Paris, *Bull. Sc. pharm.*, 14, 565, 569.
1907. GUIGNARD (L.). — Recherches physiologiques sur la greffe des plantes à acide cyanhydrique, *Ann. Sc. nat.*, 6, 261, 305.
1907. RAVENNA et PELL. — L'acido cianidrico et l'assimilazione dell' azoto nell piante verdi, *Gazzett. chim. ital.*, 37 (2), 586-600.
1907. THEOBALD (Fred V.). — *Report on Economic zoology, for year ending, April, 1st 1907*, London.
1907. WITHINGTON (C.-H.). — Habits of *Lysiphlebus* sp. *Trans. Kans. Acad. Sc.*, Bd. 21 1907, p. 138-140.
1908. *Revue Madagascar*, Culture du Sorgho.
1908. COUVREUR (LE P. FR. S.). Dictionnaire Français-Chinois, langue mandarine. Imprimerie de la Mission catholique HO KIEN FOU, Challamel, Paris.
1908. KING (Harold H.). — The Asol Fly. *Aphis Sorghi* Theob., *Third Report Welcome Research Labor Khartoum*, p. 226-227.
1908. BALL, CARLETON (R.). — Milo as dryland grain crop, *Farmer's bulletin*, 322, U. S. Dept. Agriculture, p. 5-10.
1909. *Le papier*, Journal technique. Le papier de Sorgho, n° 18, 1909, Paris.
1909. TREUB (M.). — Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes, *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 2^e série, 8, 85-118.
1909. DAVIS (John). — Biological Studies on three species of aphididæ. U. S. Dept agric. of Entomology Technical. Series, n° 12, Part VIII.
1910. La décadence du Sorgho comme plante saccharifère. *Bull. Bureau des rend. agric. Inst. agric. de Rome* (décembre).
1910. HUBERT (Paul) et DUPRÉ (Emile). — *Le Manioc*, p. 87, Dunod et Pinat, éditeurs, Paris.
1910. BALL, CARLETON (R.). — The history and distribution of Sorghum, U. S. Dept. of Agriculture, Bureau of plant industry, bulletin n° 175, avril 1910.
1910. DONALD (Mc). — Sorghum. *Farmer's Bulletin* n° 36, Dep. of Agric. North South-Wales (Australie).

1911. HARPER, DEAN (W.). — The Sorghum midge, *U. S. Dept. of Agricult. Bureau of Entomology*, Bulletin n° 85, part IV, revised, avril 1911.
1911. SCHRODER (J.) et DAUMANN (H.). — Acide cyanhydrique Sorghum halepense ; *Chemiker Zeitung*, 35 (1911), p. 1.436.
1911. BALL, CARLETON (R.). — Better Grain, Sorghum crops, U. S. Dept. of Agricult. *Farmer's bulletin* 448, juin 1911.
1911. SCHOUTEDEN (Docteur H.). — « Les Hémiptères parasites des cotonniers en Afrique, *Revue zoologique africaine*, vol. I, fasc. 3, p. 297-321.
1911. DUDGEON (Gérald C.). — *The agricultural and Forest Products of British West Africa*.
1911. CONNER (A.-B.). — The best two sweet Sorghums for forage. U. S. Dept. of Agricult., *Farmer's bulletin*, 458, août 1911.
1912. JUMELLE (Henri). — *Les cultures coloniales*, Baillière, éditeur, Paris.
1912. HECKEL. — De l'influence de la castration mâle, femelle et totale sur la production du sucre dans les tiges de Sorghos sucrés. *C. R. Acad. des Sc.*, 14 octobre ; de *Reg. Scient.* 1913, p. 225-228.
1912. VIGOUROUX. — *Dictionnaire de la Bible*, Art. Sorgho, Letouzey et Ané, éditeurs, Paris.
1912. JUMELLE (Henri). — *Riz, Maïs, Sorghos*, IV^e exposition annuelle, Inst. col. Marseille.
1912. PORPHYRE. — Les fibres de la côte occidentale d'Afrique, Sorgho et Maïs, *La Papeterie*, revue technique, 25 février-25 mars 1912.
1912. CANDOLLE (Alph. de). — *Origine des plantes cultivées*, 5^e édition, Félix Alcan, éditeur, Paris.
1912. VUILLET (A.). — Le puceron du Gros Mil. *Journal d'Agriculture tropicale*, XII, p. 360-361, fig.
1912. BEZZI (Mario). — Ditteri raccolti da Leonardo Fea durante il suo viaggio nell' Africa occidentale, *Annali del Museo Civico di Storia naturale di Genova*, série 3, vol. V (X. L. V.), p. 400-443.
1913. *Journal agric. tropicale*. Le sirop de Sorgho (février).
1913. SCHANZ (Moritz). — Die Baumwolle in Ägypten und in Englisch Ägyptischen Sudan, *Beihefte zum Tropenpflanzer*, Bd. XIV, n° 12. Februar 1913.

1913. BALL, CARLETON (R.). — The Kaoliangs, a new group of grain Sorghums. *Dept. Agriculture Washington*.
- 1913-1914. — *Bulletin de l'Association des Chimistes de sucrerie*, Alcool de Dourah (Sorgho) Station Agricole de Victoria (Cameroun).
1913. BRYAN (A. Hugh). — Sorghum sirup manufacture, *Farmer's bulletin*, 477. Washington.
1913. TRUFFAUT (Georges). — *Les ennemis des plantes cultivées*, Larousse, éditeur, Paris.
1913. VINALL (H.-N.) and BAAL (C.-R.). — Feterita, a new variety of Sorghum in U. S. Dep. Agric. Bur. Plant. Indus. circ. 122, p. 25-32.
1913. BOYER (Léon). — *Le Maïs à sucre et ses utilisations industrielles* (Notes sur le Sorgho sucré), Valence, France, Imp. Ducros et Lombard.
1913. BAAL (C.-R.) and ROTHGEB (B.-E.). — Kafir as a grain crop. U. S. Dep. Agric. *Farmer's Bull.*, 552, 19 p., fig. 8.
1914. VUILLET (A.). — Sur la présence de l'*Aphis Maidis* Ficht en Afrique occidentale, *Bull. Soc. Entom. Fr.* 1914, p. 116-117.
1914. VUILLET (Jean) et VUILLET (André). — Les Pucerons du Sorgho au Soudan français. Extrait de l'*Agronomie coloniale*, mai, juin, juillet 1914. Emile Larose, éditeur, Paris.
1914. ENGELBRECHT (Docteur Th. H.). — *Die Feldfrüchte Indiens in ihrer geographischen Verbreitung*, L., Friederichsen et C^{ie}, éditeurs, Hambourg.
1914. RIVIÈRE et LECQ. — *Traité pratique d'Agriculture pour le nord de l'Afrique*, Challamel, éditeur, Paris.
1914. GORIS (Albert). — *Localisation et rôle des glucosides et des alcaloïdes chez les végétaux*, Jacques Lechevalier, éditeur, Paris.
1914. Les nouvelles matières premières, *Le Papier*, Journal technique, nos 12 et 14, 1914.
1915. CHILCOTT (E. F.), GRIGGS (W.-D.) and BURMIESTER (C.-A.). — Corn, milo and Kafir in the southern Great Plains area. Relation of cultural methods to production, *U. S. Agric. Bull.*, 242, p. 20.
1915. DUDGEON (C.) et GERARD (F.-E.-S.). — Egyptian agricultural products. Le Caire.
1916. TRABUT (Docteur). — Le Sorgho menu (*Sorghum exiguum*, *Holcus exiguus*, Forskal), 1775, *C. R. Académie d'Agriculture de France*.

1916. SCOTT (G.-A.). — The feeding of grain Sorghum to live stock U. S. Dep. Agric. *Farmer's Bul.*, 724, p. 15, fig. 5.
1916. MILLER (E.-C.). — Comparative study of root systems and leaf areas of corn and the Sorghums for Agric. *Research*, vol. 6, n° 9, p. 311-332, pl. 38-44.
1916. ROTHGEB (B.-E.). — Dwarf broom corn. U. S. Dep. Agric. *Farmer's Bull.*, 768, p. 16, fig. 7.
Standard broom corn. U. S. Dep. Agric. *Farmer's Bul.* 958, p. 20, fig. 7.
1917. PRAIN (Sir David). — *Flora of Tropical Africa*, Reeve et Co, Londres.
1917. CUNNINGHAM (C.-C.) and KENNEY (Ralph). — Growing Sorghum in Kansas, *Kans. Agric. Sta. Bul.*, 218, p. 33-35.
1917. ROTHGEB. — Shallu or « Egyptian wheat ». U. S. Dep. Agric. *Farmers' Bul.*, 827, p. 8, fig. 2.
1917. PIÉDALLU (André). — Sur l'importance du Sorgho sucré, C. R. de l'Académie d'Agriculture de France, décembre 1917.
1918. PIÉDALLU (André). — « Sorgho » Agricult. Industrie, Revue encyclopédique, *Larousse mensuel illustré*, avril 1918.
1918. DECHAMBRE (M.-P.). — « Le Sorgho dans la ration alimentaire du cheval », C. R. Académie d'Agriculture de France, 14 avril, 1^{er} mai 1918.
1918. PIÉDALLU (André). — Application industrielle de la matière colorante des glumes du Sorgho sucré, C. R. de l'Académie des Sciences, 26 août 1918.
1918. COLLIN (Eugène). — Les farines alimentaires et leurs produits dérivés. *Annales des falsifications*, novembre, décembre 1917, Janvier-février 1918.
1918. BRYAN (A.-H.). — Sorghum sirup manufacture. U. S. Dep. Agric. *Farmers' Bull.*, 457, p. 38, fig. 22.
1918. COMBES (Raoul). — *Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux*.
1918. VINALL (H.-N.) and REED (H.-R.). — The effect of temperature and other meteorological factors on the growth of Sorghums in *Journ. Agric. Research*. V. 13, n° 2, p. 133-148, pl. 11-12.
1918. BALL, CARLETON (R.), ROTHGEB, BENTON (E.). — How to use Sorghum Grain. *Farmer's bulletin United States*, 972, juin 1918.

1918. MONTGOMERY. — *The corn crops a discussion of Maize, Kafir and Sorghums as grown in United States and Canada*. Macmillan et Co, édit., New-York.
1919. DYBOWSKI (J.) et DECHAMBRE. — Sur le Sorgho, *C. R. Académie d'Agriculture de France*, 15 janvier 1919.
1919. GOUIN (André) et ANDOUARD (P.). — La graine de Sorgho dans l'alimentation du porc, *C. R. Académie Agric. France*, 15 janvier 1919.
1919. HEIM (F.) et HUSSON. — Etude technologique de Sorghos de l'A.-O.-F. *Bulletin de l'Office colonial*, janvier 1919.
1920. FRON (C.). — *Les maladies des plantes cultivées, maladies charbonneuses des Céréales, Caries et charbons*. Jean Montaudon éditeur, Paris.
1920. KEARNEY (T.-H.). — Choice of crops for alkali lands U. S. Dep. Agric. *Farmers' Bul.*, 446, p. 32.
1920. ROTHGEB, BENTON (E.) and SIEGLINGER (John B.). — Broom corn experiments at Woodward Oklahoma, *Professional paper*, Bulletin n° 836, U. S. Dept. Agric. Washington, D. C. 27 avril 1920.
1920. ROTHGEB, BENTON (E.). — Grain Sorghums : How to grow them *Farmer's bulletin*, 1137. U. S. Dept. Agric, Washington, D. C., octobre 1920.
1920. LEPLAE (Edm.). — *Exploitation d'une ferme au Katanga et dans les régions élevées du Congo belge*. Ministère des Colonies de Belgique (Bruxelles).
1920. VINALL (H.-N.) and GETTY (R.-E.). — Growing and utilizing Sorghums for forage. *Farmer's bulletin*, 1.158, U. S. Dept. Agric. Washington, D. C., novembre 1920.
1920. ROTHGEB, BENTON (E.). — Milo, a valuable grain crop. *Farmer's bulletin*, 1147, p. 19, 8. fig. U. S. Dept. Agric. Washington D. C., novembre 1920.
1921. PIÉDALLU (A.). — Le Sorgho-Fourrage. *Ann. Sc. Agr.*, Paris, n° 1, 1921.
1921. VINALL (H.-N.). — Sudan grass U. S. Dep. Agric. *Farmer's bul.* 1.126, p. 10, f. II.
1921. RUBY (J.). — Essais de Sorgho et Maïs à sucre en vue de la production de l'alcool industriel effectués dans les Pyrénées-Orientales en 1917. *Ann. Sc. Agr.*, n° 2, 1921.
1921. SEMICHON (L.). — Analyse des Sorghos et Maïs sucrés cultivés

- à Palau-del-Vidre (Pyrénées-Orientales). *Annales des Sciences agronomiques*, Paris, n° 2, 1921.
1921. *La Nature*, Paris, Masson, éditeur, n° 2.444. 5 février 1921.
Un mode d'emploi des vieux journaux en Chine.
1921. BALLAND. — Les blés et Céréales du Kanem, *Bulletin des halles, cours et marchés*, Paris, 4 mai 1921.
1921. BERNAUX (Jean). — Sur les colorants des glumes de Sorgho, *Revue de l'Association des Chimistes de l'Industrie textile*, n° 87, p. 111, mai-juin 1921.
1921. CAMUS (A.). — Graminées, *Flore de l'Indochine française*, VII, fasc. 3, Masson, éditeur, Paris.
1922. GÈZE (J-B.). — Le Sorgho à sucre dans la région Toulousaine. (Ext. *Journal Agric. Sud-Ouest*, juin 1922).
1922. LE COINTE (Paul). — L'Amazonie brésilienne, p. 180, t. II. Challamel, édit., Paris.
-

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	v
I. DESCRIPTION BOTANIQUE. — Place dans la famille des Graminées	1
II. HISTOIRE. — Critique des documents égyptiens, étude des documents assyrio-chaldéens, bibliques, grecs, latins, chinois, hindous, arabes, américains, anglais, français, etc... jusqu'à nos jours.	19
III. HISTOIRE BOTANIQUE. — Appellations successives du Sorgho ; classification des principales variétés.....	18
IV. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE. — Principaux pays de culture du Sorgho, étude des variétés locales sauvages et cultivées. Introduction des Sorghos en Europe tempérée, en Amérique, en Australie et en Océanie.....	70
V. CULTURE DES SORGHOS A FOURRAGES. — Sols, climats, utilisation des Sorghos pour la mise en culture des terrains secs semi-désertiques (dry-farming), des terres salées et alcalines (alkali land), résistance à la sécheresse, à la gelée et aux terres salées, variétés, récolte, conservation, meules, silos, composition chimique, valeur alimentaire	133
VI. ETUDE SUR LE PRINCIPE TOXIQUE DU SORGHO. — Son développement, sa diminution progressive et sa disparition après la floraison. Influence des engrais azotés, des sols riches et des sols pauvres.	180
VII. LE SUCRE ET LE SIROP DE SORGHO. — Fabrication familiale du sirop, des confitures, des boissons hygiéniques et des piquettes de Sorgho	201

VIII. LA CIRE DE SORGHO.....	220
IX. UTILISATION DU SORGHO DANS LA FABRICATION DE LA PÂTE A PAPIER.....	221
X. LE SORGHO CULTIVÉ COMME CÉRÉALE. — Variétés, choix des se- mences, soins à leur donner, traitement des grains pour le char- bon, culture, moisson, séchage, battage, conservation des grains.	
XI. LE GRAIN DE SORGHO EMPLOYÉ POUR LA NOURRITURE DES ANIMAUX.....	
XII. LE GRAIN DE SORGHO EMPLOYÉ POUR LA NOURRITURE DE L'HOMME.....	
XIII. LE GRAIN ET LA FARINE DE SORGHO. — Poids comparatifs, com- position chimique, mouture, caractères de la farine, composition chimique, caractères micrographiques, réactions colorées des fa- rines, meunerie, moulins de petit modèle, moteur à gaz pauvre, générateur à balles et pailles de Sorgho, à coques d'arachides et déchets divers.....	
XIV. LE SORGHO A BALAI. — Principales variétés, culture, récolte, le grain, la paille.....	
XV. LE SORGHO ORNEMENTAL EN HORTICULTURE.....	
XVI. LA BIÈRE DE SORGHO. — Bières indigènes, Dolo, Talvia, Pombé ; fabrication ; le Sorgho en brasserie, en France.....	
XVII. LE SORGHO EN DISTILLERIE. — L'alcool de tiges de Sorgho, l'al- cool de grains de Sorgho.....	
XVIII. ETUDE DE LA MATIÈRE COLORANTE DU SORGHO SUCRÉ.....	
XIX. TECHNIQUE DE LA TEINTURE. — Mordants pour soie et pour laine. Mordant de chaux pour laine. Teinture de la soie, de la laine, du coton, du cuir, bruniture, laques, peintures.....	
XX. PARASITES DU SORGHO.....	
XXI. CONCLUSION.....	
XXII. BIBLIOGRAPHIE.....	

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE 1. —	Truie et ses petits dans un champ de Sorgho. — Bas-relief de Ninive. — Soldat combattant dans les Mils.....	32
— 2. —	Champ de Sorgho. — Culture du Mil à chandelles rappelant les bas-reliefs assyriens.....	33
— 3. —	Panicules d'un Sorgho Douro. — Peuplement d'Arundo donax.....	36
— 4. —	Champ de Sorgho au Soudan. — Mil en parasol. — Mil des teinturiers.....	80
— 5. —	Panier confectionné en Kaoliang.....	118
— 6. —	Sorgho sucré hâtif du Minnesota, cultivé à Morée (Loir-et-Cher).....	128
— 7. —	Sudan Grass. — Grains de Sorgho d'Alep.....	164
— 8. —	Jeunes plants de Sudan Grass. Chicken Corn.....	166
— 9. —	Hewison Grass. — Kamerun Grass.....	168
— 10. —	Panicules de Sorgho Orange. — Panicules de S. Sumac. — Panicules de S. à crochet.....	214
— 11. —	Panicules de S. sucré hâtif de Minnesota. — Freed Sorghum. — Saggina.....	218
— 12. —	Pâte à papier de Sorgho. — Pâte à papier de paille..	238
— 13. —	Différentes panicules de Sorgho montrant leur grandeur comparative.....	260
— 14. —	Différents grains de Sorgho.....	272
— 15. —	Maltage du grain de Sorgho en Afrique australe. — Danse de guerre.....	306
— 16. —	Femme cafre portant la provision de bière. — Moulin à farine cafre.....	308

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Géologie :

Hydrographie du Bassin de Paris.

Physiologie :

La respiration trachéenne et les moyens de destruction des insectes nuisibles.

Vu et approuvé :

Paris le 4 mars 1922

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

M. MOLLIARD

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

P. APPELL

